40
58940
2

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

Lausanne. — Imp. CORBAZ & Comp.

506.494
.S685

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

publié sous la direction du Bureau

PAR

FÉLIX ROUX

3e S. — Volume XXVII

Ce volume contient les Bulletins Nos 103, 104 et 105
publiés en 1891 et 1892.

SMITHSONIAN INSTITUTION
275771
U. S. NATIONAL MUSEUM.

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND.
LIBRAIRIE DE L'UNIVRSITEÉ

1892

N° 103,	publié en	1891	Prix 5 fr. —
N° 104,	»	juillet 1891	» 2 » —
N° 105,	»	février 1892.	» 2 » —

Prix du vol. XXVII

9 francs.

TABLE DES MÉMOIRES

DU VOLUME XXVII

Pages

L. Gauthier. — Notice sur le cyclone du 19 août 1890 à travers la Vallée de Joux. Pl. I à V. 1

E. Renevier. — Envahissement de la mer éocénique aux Diablerets. 41

Id. Origine et âge du gypse et de la cornieule des Alpes vaudoises 45

Id. Transgressivité inverse 63

H. Schardt. — Contributions à la géologie du Jura. III. Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale du Jura (chaîne du Reculet et du Vuache). Pl. VI à X. 69

H. Dufour. — Observations météorologiques du Champ-de-l'Air. . 159

H. Pittier et A. Gétaz. — Contributions à l'histoire naturelle du Pays-d'Enhaut vaudois 191

P. Mayor. — Le régime du système solaire. Pl. XI 211

H.-G. Fordham. — Note sur le bolide du 20 juin 1890 220

L. Gauthier. — Observations pluviométriques, Vallée de Joux, 1890. Pl. XII et XIII 223

P. Mayor. — Théorie des carrés magiques. Pl. XIV. 243

Ch. Dufour. — Tornado de la Bretagne 247

L. Pelet. — Résumé des comptes pour 1890 249

R. Dubois. — Production de la phosphorescence de la viande par le *Photobacterium sarcophilum* 251

Ch. Emery. — Origines de la faune actuelle des fourmis d'Europe . 258

P. Girod. — Découverte d'un squelette humain contemporain des éruptions volcaniques quaternaires du volcan de Gravenoire. 260

E. Hagenbach-Bischoff. — Communication relative aux expériences électriques de M. Hertz 263

J. Piccard. — Communications diverses, en particulier sur une cause d'erreur dans la détermination de la densité des vapeurs d'après la méthode de V. Meyer 265

H. Golliez. — Discours d'ouverture de la séance du 20 mai 1891 . 268

Liste des membres honoraires et des délégués des Universités étrangères à l'inauguration de l'Université de Lausanne, présents à la séance du 20 mai 1891 270

H. Blanc. — Note préliminaire sur la maturation et la fécondation de l'œuf de la truite 272

L.-C. de Coppet. — Sur la dilatation de l'eau 276

C. Buhrer. — Notice sur le climat de Montreux. Pl. XV à XVIII. 285

T. Rittener. — Notice sur un affleurement d'Aquitanien dans le Jura vaudois. Pl. XIX, XX et XXI 294

E. Chuard. — Un mode de formation actuelle des minéraux sulfurés. 298

Ch. Paris. — Quelques raretés botaniques 301

Rapport de la Commission de vérification des comptes pour 1890-91. 303

TABLE DES MATIÈRES DU VOLUME XXVII

(Bulletins nos 103, 104 et 105).

Les chiffres romains se rapportent aux pages des procès-verbaux.

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

(Voir aux procès-verbaux.)

Assemblées générales. — Assemblées générales du 17 décembre, p. v. — Renseignements sur l'assemblée du 20 mai, p. xxi — du 20 mai 1891, p. xxiv.

Bibliothèque. — Dons de MM. S. Chavanes, Dumur, Renevier, Fritsch et Cotteau ; id. de la Société suisse de géologie, p. i. — Publication d'un supplément du Catalogue, p. vi. — Don de M. Renevier, p. ix. — Don de M. Bugnion, p. xiv. — Don de M. L. Gauthier, p. xiv. — Don de M. Aurel v. Tœrœk, p. xxv. — Echanges proposés par M. Ratzel, à Leipzig, p. xxvii.

Bulletin. — Autorisation de publier la carte de M. Etier, relative au cyclone du 19 août 1890. — Publication dans le bulletin des communications faites le 20 mai, pv. xxv. — Propositions d'un bulletin spécial, p. xxviii.

Bureau. — Elections pour 1891, p. v.

Caisse. — Cotisation pour 1891, p. vi. — Budget pour 1891, pv. vi. — Comptes relatifs à la séance du 20 mai, p. xxviii.

Commissions — de vérification des comptes, remplacement de M. Blanc, p. vi.

Décès. — a) Membres honoraires : MM. Favre, p. 1 ; Mousson, p. iii.
b) Membres effectifs : MM. Roux, p. i. G. Maillard, p. xxvii ; J. Meyer, p. xxviii.

Démissions. — MM. Neiss, H. Goll, Chatelanat-Bonnard, p. v ; Aug. Forel, Ch. Aguet, Ls Baud, Vulliémoz, E. Paccaud, p. viii.

Réceptions. — a) Membres effectifs : MM. J. Capré et Ch. Paris, p. i ; Lavanchy et Vautier, p. iii ; P. Paccaud, p. x ; Dr A. Stilling, p. xiv ; E. Chenevière et Gustave Criblet, p. xxiii ; Dr H. Kunz, p. xxv.

Séances. — Demande de changement, p. i. — Jours et heures maintenus, p. vi.

Divers. — Honorariat donné à notre président, M. Jean Dufour, par la Murithienne, p. i. — 100e anniversaire de la société de physique et de sciences naturelles de Genève, p. i. — Invitations aux congrès de géographie de Berne et

d'ornithologie de Buda-Pesth, p. I. — Invitation de la Société d'émulation du Doubs, p. III. — Décès de M. Stoppani, p. VIII. — Conservation des blocs erratiques, p. XIV. — Invitations à la réunion de la Geographen Gesellschaft de Vienne au Ve Congrès international de géologie de Washington, à la célébration du 60e anniversaire de M. von Helmoltz, p. XVII. — Invitation du bureau topographique vaudois à participer à l'exposition géographique de Berne, p. XXIII. — Liste des savants étrangers qui prendront part aux fêtes universitaires, p. XXIII. — Invitation de la société française d'archéologie, p. XXV. — Lettres de l'Académie tchèque de Prague et de M. Agassiz, membre honoraire de notre société, p. XXVII. — Invitation de la Société Murithienne, p. XXVIII. — Délégués à l'assemblée de la Société helvétique des sciences naturelles, p. XXVIII.

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

Les communications faisant l'objet d'un mémoire sont marquées d'un (*) et la page est indiquée en chiffres arabes. Les chiffres romains se rapportent aux procès-verbaux.

Mathématiques et Astronomie.

(*) Bolide du 20 juin 1890, Fordham, p. 220, pv. II.
Géométrie non-euclidienne, d'après L. Maillard, Palaz, pv. X.
(*) Régime du système solaire. Pl. XI. P. Mayor, p. 211; pv. XXI, XXIV.
(*) Théorie des carrés magiques. Pl. XIV. P. Mayor, p. 243.

Météorologie et physique du globe.

(*) Notice sur le cyclone du 19 août 1890, vallée de Joux. Pl. I à V. L. Gauthier, p. I; pv. II, III, XVII.
(*) Observations météorologiques pour 1889, H. Dufour, p. 159.
La chaleur centrale à l'intérieur des massifs, J. Meyer, pv. II.
Genèse du lac Léman, F.-A. Forel, pv. II.
Carte du lac d'Annecy, Delebecque, pv. II.
Seiches considérables du 20 août 1890, F.-A. Forel, pv. IV.
Calculs relatifs aux phénomènes électriques du cyclone du 19 août, Palaz, pv. VI.
Considérations sur les seiches, Delebecque, pv. VII.
Cyclone du 19 août; détermination des heures, F.-A. Forel, pv. VII.
Résumé des observations météorologiques pour 1890, H. Dufour, pv. IX.
Fléchettes recueillies sur le trajet du cyclone, F.-A. Forel, pv. IX.
Observations sur le cyclone du 19 août. Atmosphère avant et pendant l'orage, H. Dufour, pv. IX.
Observations météorologiques de janvier 1891, H. Dufour, pv. X.
(*) » pluviométriques, vallée de Joux, 1890. Pl. XII et XIII. L. Gauthier, p. 223, pv. XXI.
(*) Tornado en Bretagne, Ch. Dufour, p. 247, pv. XVII.

Températures excessives de décembre 1890 et janvier 1891, vallée de Joux, L. Gauthier, pv. XI.
Deux types de congélation des eaux, F.-A. Forel, pv. XIII.
Congélation du Léman en janvier et février 1891, F.-A. Forel, pv. XV.
Hauteur des nuages, H. Dufour, pv. XVII.
Formule des seiches, F,-A. Forel, pv. XVIII.
Sondages thermométriques dans le lac d'Annecy, Delebecque, pv. XIX.
(*) Notice sur le climat de Montreux. Pl. XIV à XVIII, Bührer, p. 285.
Calcul d'une formule des seiches, Du Boys, pv. XXIII.
Carte du lac Léman, présentation de la —, F.-A. Forel, pv. XXVI
Observations météorologiques de feu J. Reymond, F.-A. Forel, pv. XXVI.
Observations météorologiques des Blanchenay, F.-A. Forel, pv. XXVI.
Température de la rivière la Morges en 1889, F.-A. Forel, pv. XXVIII.

Physique pure et appliquée.

Formule photométrique des lampes à arc, Palaz, pv. VI.
La lumière de l'avenir, Palaz, pv. XIV.
Nouvel anémomètre, H. Dufour. pv. XIV.
Composition de la lumière du ciel, H. Dufour, pv. XVII.
(*) Communication relative aux expériences électriques de M. Herz, Hagenbach-Bischoff, p. 263, pv. XXIV.
(*) Une cause d'erreur dans la détermination de la densité des vapeurs, d'après la méthode de V. Meyer, P. Piccard, p. 265, pv. XXIV.
(*) La dilatation de l'eau, L.-C. de Coppet, p, 276, pv. XXVII.
Transmission de l'énergie, Guillemin, pv. XXIII.
Vibrations longitudinales dans une chute d'eau, J. Piccard, pv. XXIV.
Expériences nouvelles de physique. H. Dufour, pv. XXVIII.

Géologie, Minéralogie, Paléontologie.

(*) Envahissement graduel de la mer éocénique aux Diablerets, E. Renevier, p. 41.
(*) Origine et âge du gypse et de la cornieule des Alpes vaudoises, E. Renevier, p. 45.
(*) Transgressivité inverse, E. Renevier, p. 63.
Géologie des environs de Salanfe et de Luision, M. Lugeon, pv. III.
(*) Contributions à la géologie du Jura. III. Chaîne du Reculet et du Vuache. Pl. VI à X. H. Schardt, pv. V, p. 69.
Plaque de schiste noir avec résine fossile, E. Renevier, p. VIII.
Présentation de fossiles divers, E. Renevier, pv. IV.
Géologie des Tours Salières et des Dents du Midi, H. Schardt, pv. VII.
Sidérolithique du Jura, H. Schardt, pv. VIII.
Observations sur la géologie du Simplon, H. Schardt, pv. XII.
Concrétion de carbonate de Ca. imitant un polypier, H. Schardt, pv. XII.
Origine du lœss, H. Schardt, pv. XIV, XXIV.
Carte géologique de la Suisse, état de la publication, E. Renevier, pv. XVII.
(*) Découverte d'un squelette humain contemporain des éruptions volcaniques quaternaires du volcan de Gravenoire, P. Girod, p. 260, pv. XXIV.
(*) Notice sur un affleurement d'Aquitanien dans le Jura vaudois. Pl. XIX à XXI. T. Rittener, p. 294.
Carte géologique des Alpes, par V. Noé, H. Schardt, pv. XXVII.

Chimie.

Changement de volume consécutif à la fermentation alcoolique, E. Chuard, pv. IX.
(*) Un mode de formation actuelle des minéraux sulfurés, E. Chuard, p. 298.
Etudes stéréochimiques, H. Brunner, pv. XXIV, XXV.
Nitrification dans le terreau de tourbe, E. Chuard, pv. XXV.
Formule de l'eau d'après Gasswind, H. Kunz, pv. XXVII.

Zoologie, Anatomie, Physiologie.

Causes modifiant la couleur des animaux et des plantes, Bieler, pv. II.
La nonne et ses ravages dans les forêts, Decoppet, for., pv. III.
(*) Contributions à l'histoire naturelle du Pays-d'Enhaut, Pittier et Gétaz, p. 191.
(*) Production de la phosphorescence de la viande par le *Photobacterium sarcophilum*, R. Dubois, p. 251.
(*) Origine de la faune actuelle des fourmis d'Europe, Emery, Ch., p. 258, pv. XXIV.
(*) Note préliminaire sur la maturation et la fécondation de l'œuf de la truite, H. Blanc, p. 272.

Botanique, Agriculture, Sylviculture.

Distribution géographique des médicaments, G. Planchon, pv. XXIV.
(*) Quelques raretés botaniques, Ch. Paris, p. 301, pv. XXVIII.
Fasciation d'un pied de *Symphytum asperifolium*, J. Dufour, pv. XXV.

TABLE DES AUTEURS

Bieler, S.
Causes modifiant la couleur des animaux, pv. ii.

Blanc, H.
(*) Note préliminaire sur la maturation et la fécondation de l'œuf de la truite, p. 272, pv. xxv.

Du Boys.
Calcul d'une formule des seiches, pv. xxiii.

Buhrer.
(*) Notice sur le climat de Montreux, pl. xiv à xviii.

Brunner, H.
Etudes stéréochimiques, pv. xxiv et xxv.

Chuard, E.
Changement de volume consécutif à la fermentation alcoolique, pv. ix.
(*) Formation actuelle des minéraux sulfurés, un mode de —, p. 298.
Nitrification dans le terreau de tourbe, pv. xxv.

de Coppet, L.-C.
(*) De la dilatation de l'eau, p. 276, pv. xxvii.

Decoppet, for.
La « nonne » et ses ravages dans les forêts, pv. iii.

Delebecque, ing.
Carte du lac d'Annecy, pv. ii.
Considérations sur les seiches, pv. vii.
Sondages thermométriques dans le lac d'Annecy, pv. xix.

Dubois, R.
(*) Production de la phosphorescence de la viande par le *photobacterium sarcophilum*, p. 251, pv. xxiv.

Dufour, Ch.
Tornado du 18 août 1890 en Bretagne, p. 247, pv. xvii.

Dufour, H.
(*) Observations météorologiques pour 1889, p. 159.
Résumé des observations météorologiques pour 1890, pv. ix.
Cyclone du 19 août. Atmosphère avant et pendant l'orage, pv. ix.
Obse[illegible] téorologiques, janvier 18[illegible] x.
Observations sur la hauteur des nuages, pv. xvii.
Nouvel anémomètre, pv. xiv.
Composition de la lumière du ciel, pv. xvii.
Expériences nouvelles de physique, pv. xxviii.

Dufour, J.
Fasciation d'un *symphitum asperifolium*, pv. xxv.

Emery, Ch.
(*) Origine de la faune actuelle des fourmis d'Europe, p. 258, pv. xxiv.

Fordham.
(*) Bolide du 20 juin 1890, p. 220, pv. ii.

Forel, F.-A.
Genèse du Léman, pv. ii.
Seiches considérables du 20 août 1890, pv. iv.
Cyclone du 19 août ; détermination des heures, pv. vii.
Cyclone du 19 août; fléchettes recueillies sur le trajet ; pv. ix.
Deux types de congélation des eaux, pv. xiii.
Congélation du Léman en janvier et février 1891, pv. xv.
Formule des seiches, pv. xviii.
Carte du Léman ; présentation de la —, pv. xxvi.
Observations météorologiques de feu J. Reymond, pv. xxvi.
Observations météorologiques des Blanchenay, pv. xxvi.
Température de la rivière la Morges en 1889, pv. xxviii.

Gauthier, L.
(*) Notice sur le cyclone du 19 août 1890, p. 1, pv. ii, iii, xvii.
(*) Observations pluviométriques à la vallée de Joux, 1890, p. 223.
Températures excessives de décembre 1890 et janvier 1891, pv. xi.

Gétaz et Pittier.
(*) Contributions à l'histoire naturelle du Pays-d'Enhaut, p. 191.
Girod, P.
(*) Squelette humain découvert à Gravenoire, p. 260, pv. xxiv.
Guillemin.
Transmission de l'énergie, pv. xxiii.
Hagenbach-Bischoff.
(*) Communication r[illegible] aux expériences de M. L[illegible], p. 263, pv. xxiv.
Kunz, H.
Formule de l'eau d'après Gasswind, pv. xxvii.
Lugeon, M.
Géologie des environs de Salanfe et de Luision, pv. iii.
Mayor, P.
(*) Régime du système solaire, p. 211, pv. xii, xxi, xxiv.
(*) Théorie des carrés magiques, p. 243, pv. xiv.
Meyer, J.
Chaleur centrale à l'intérieur des massifs, pv. ii.
Palaz.
Calculs relatifs aux phénomènes électriques du cyclone du 19 août 1890, pv. vi.
Géométrie non euclidienne, d'après Maillard, pv. x.
Formule photométrique des lampes à arc, pv. vi.
La lumière de l'avenir, pv. xiv.
Paris, Ch.
(*) Quelques raretés botaniques, p. 301, pv. xxviii.
Piccard, J.
Cause d'erreur dans la détermination de la densité des vapeurs par la méthode de V. Meyer, p. 255, pv. xxiv.
Vibrations longitudinales dans une chute d'eau, pv. xxiv.
Planchon, G.
Distribution géographique des médicaments, pv. xxiv.
Renevier, E.
(*) Envahissement graduel de la mer éocénique aux Diablerets, p. 41.
(*) Origine et âge du gypse et de la cornieule des Alpes vaudoises, p. 45.
(*) Transgressivité inverse, p. 63.
Plaque de schiste noir avec résine fossile, pv. iii.
Présentation de fossiles divers, pv. iv.
Carte géologique de la Suisse, pv. xvii.
Rittener.
Notice sur un affleurement d'Aquitanien dans le Jura vaudois, p. 249.
Schardt, H.
(*) Chaîne du Reculet et du Vuache, pv. v, p. 69.
Géologie des Tours Salières et des Dents du Midi, pv. vii.
Sidérolithique du Jura, pv. viii.
Observations sur la géologie du Simplon, pv. xii
Concrétion de carbonate de Ca. imitant un polypier, pv. xii.
Origine du lœss, pv. xiv, xxiv.
Carte géologique des Alpes, par M. V. Noé, pv. xxvii.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES SCIENCES NATURELLES

3e S. — Vol. XXVII.

N° 103.

Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.

Avec planches, dont 1 carte en 7 couleurs, 10 figures intercalées dans le texte et 12 tableaux météorologiques. — Prix : 5 francs.

Contenu :

	Pages
L. Gauthier. — Notice sur le cyclone du 19 août 1890 à travers la Vallée de Joux. Pl. I, II, III, IV, V	1
E. Renevier. Envahissement graduel de la mer éocénique aux Diablerets.	41
Id. Origine et âge du gypse et de la cornieule des Alpes vaudoises	45
Id. Transgressivité inverse	63
H. Schardt. — Contributions à la géologie du Jura. III. Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la chaîne du Jura (chaîne du Reculet et du Vuache). Pl. VI à X	69
H. Dufour. — Observations météorologiques du Champ-de-l'Air, en 1889.	159

PROCÈS-VERBAUX, du 5 novembre 1890 au 21 janvier 1891.

(Chaque auteur est responsable de ses écrits.)

AVIS IMPORTANT. — On est prié de tenir compte des avis insérés à la seconde page de la couverture.

SMITHSONIAN INSTITUTION
JUN 15 1927
275771
NATIONAL MUSEUM

LAUSANNE

LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Mai 1891.

COMITÉ POUR 1891

Golliez, Professeur, *Président*,	Lausanne.
Schardt, Hans, professeur, *Vice-Président*,	Montreux.
Grenier, W., Directeur de la Faculté technique,	Lausanne.
Juillerat, docteur-médecin,	id.
Delebecque, ingénieur,	Thonon (Hte-Savoie).

BIBLIOTHÈQUE

Montée de St-Laurent, N° 22, maison de la Société de consommation, ouverte toute l'année le Mercredi et le Samedi, de 2 à 5 h., sauf pendant les séances.

Bibliothécaire :	M. L. Mayor, prof. (Boulevard industriel).
Editeur du Bulletin :	» F. Roux, Directeur de l'Ecole industr.
Secrétaire de la Société :	» Nicati, Aug., pharmacien (Palud).
Caissier :	» Pelet, L., prof. (Boulevard industriel).
Vérificateurs :	» Bertschinger, Dr phil., Musée géol.
	» Chenevière (Maupas),
	» Dapples, colonel, La Vuachère.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1° Tout manuscrit doit être adressé à l'*éditeur du Bulletin.* Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire.

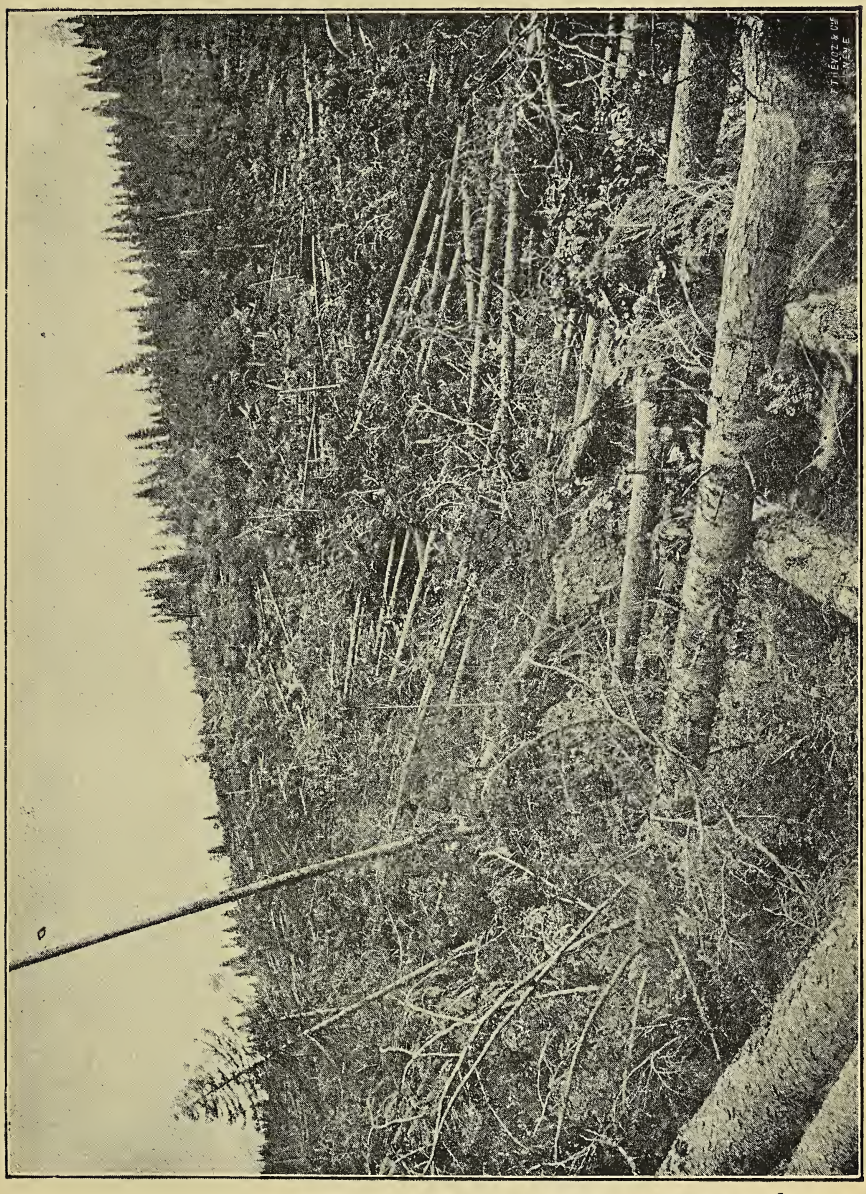
2° Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3° Les tirages d'auteurs peuvent être remis à leurs propriétaires avant que le Bulletin ait paru.

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus,* publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

On est prié de s'adresser à la librairie F. Rouge pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes.

Planche reproduite de la *Chronique agricole, viticole et forestière,* janvier 1891, avec autorisation du Département de l'Agriculture et du Commerce.



Le Bois-à-Ban à la commune de l'Abbaye, après l'ouragan.

Photographie de A. Puenzieux.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.
Vol. XXVII. N° 103. 1891.

NOTICE

SUR

LE CYCLONE DU 19 AOUT 1890

à travers la Vallée de Joux

PAR

Louis GAUTHIER
Secrétaire du Département de l'Instruction publique et des Cultes, précédemment professeur au collège du Sentier.

Pl. I, II, III, IV, V.

Nous avons cru devoir relater, dans cette modeste notice, la marche générale et les phénomènes secondaires du terrible ouragan du 19 août 1890. Afin de faire ressortir le caractère particulier de ce genre de météore, nous avons ajouté quelques récits que nous tenons de témoins de notre connaissance. Si nous n'avons pas transcrit tous les faits de ce sinistre mémorable, c'est pour éviter des longueurs inutiles, puisqu'ils ne nous apprenaient rien de plus au point de vue purement scientifique.

C'est intentionnellement que nous avons été très sobre de détails concernant l'agent électrique, le rôle joué par celui-ci faisant l'objet d'un très savant rapport de MM. Henri Dufour et A. Palaz, professeurs de l'Université de Lausanne. Nous avons également laissé de côté la question forestière, la *Chronique agricole* s'en étant déjà occupée. (N°s 9 de 1890 et 1 de 1891.)

Que tous les amis qui nous ont aidé dans notre tâche reçoivent ici l'expression de notre sincère reconnaissance.

Sentier, 28 octobre 1890.

Ire PARTIE

Au point de vue météorologique, le mois d'août a présenté de nombreux et profonds contrastes : vents impétueux à plusieurs reprises ; pluies fréquentes et abondantes ; trois périodes orageuses précédées d'inversions des températures nocturnes.

La seconde période orageuse, du 17 au 20 août, pendant laquelle il n'a pas passé moins de 8 orages au-dessus de la vallée ou dans les environs, a été précédée d'un vent du Sud intense, soufflant de 9 heures du matin à 7 heures du soir et pendant la nuit du 18-19. La température s'est rapidement élevée, comme le montre le tableau suivant :

	(Chalet Capt, Risoux). 1339m.		Sentier. 1020m.		Mouthe (Doubs). 930m.		St-Claude [1]. 455m.		
	5 h. matin.	1 h. soir.	Th. min.	Th. max.	Th. min.	Th. max.	7 h. m.	12 h.	7 h. s.
16 août.	9°	21°	20.6	22°.5	1°	24°.5	15°	27°	20°
17 » .	14°	23°	4°.1	26°.0	3°	28°.0	17°	30°	23°
18 » .	14°.5	26°	9°.7	20°.0	4°.5	28°.5	17°	31°	23°
19 » .	14°	25°	14°.5	25°.7	10°	26°.0	19°	32°	25°
20 » .	13°	14°	11°.5	14°.0	8°	16°.5	14°	18°	16°
21 » .	8°	20°	5°.5	19°.5	2°	21°.0	15°	26°	19°

Ces trois journées, 17, 18, 19, furent très chaudes, d'une chaleur lourde, pénible à supporter.

L'orage dans la vallée de Joux.

Le 19, à 7 heures du soir, le couchant s'obscurcit; de brillants éclairs illuminent immédiatement et presque sans interruption les nuages. Ces débuts ne sont pas ceux des orages des jours précédents. Ceux qui les ont observés s'en souviendront.

A 7 h. 30, le ciel s'assombrit totalement ; de gros nuages noirs se détachent sur un fond d'un blanc plombé. Les éclairs redoublent d'intensité ; de larges éclairs d'un jaune violacé, véritables *nappes de feu*, partent du sol et produisent une lueur blafarde qui devient presque persistante ; des *éclairs ramifiés* partant des nuages et du sol se détachent sans cesse. On distingue les objets comme en plein jour. Du Sentier, on peut voir les fenêtres des maisons de l'Orient de l'Orbe à 1 kilomètre de distance.

Un observateur, au chalet Capt (Risoux), estime que le tiers des éclairs étaient verticaux, vifs, de couleur blanc-jaunâtre ; les deux tiers horizontaux, plus rouges et moins rapides.

Les éclairs étaient si nombreux et si intenses sur La Vallée que maints observateurs en furent frappés.

« M. Janssen, président de l'Académie des sciences, se trouvait au sommet du Mont-Blanc, dans le refuge Vallot, pendant

[1] Observations faites par M. le Principal du Collège de St-Claude et communiquées par notre ami, M. Cadenat, professeur de physique.

cette journée du 19 août, et il y a constaté un état électrique extraordinaire de l'air. » (Lettre de M. Forel, 8 septembre.)

M. le pasteur Thélin a vu du signal de Morrens une illumination électrique intense au-dessus du Jura et des éclairs qui s'élançaient de terre. (Rapporté par M. H. Dufour.)

D'Aubonne, on remarquait après 8 heures un effrayant orage, une *pluie de feu*, qui donnait sur le Jura, et, dans la direction du Brassus, une grande lueur (incendie au Bois d'Amont).

M. le pasteur Walter vit de l'Abbaye, dans la direction du Bas du Chenit, aux environs de 8 heures, des *gerbes* de feu réunissant ciel et terre.

« Vu des Glariers, à Aigle, entre 8 et 9 heures du soir, l'aspect du ciel sur le lac et sur le Jura était vraiment extraordinaire, particulièrement vers 9 heures moins un quart. Pl. I.

» Les éclairs se succédaient avec une rapidité vertigineuse, à tel point que, pendant 30 à 40 secondes, la silhouette sombre des Agites et des Crêtes de Tompey se détachait en permanence sur le clair des lueurs fulgurantes. Sur les tours d'Aï, derrière le Signal de Veyges et jusque sur Chamossaire, la succession des éclairs formait une série presque ininterrompue d'ondulations lumineuses, une sorte de vague ou de tremblement incessant. Sur le lac, dans la direction de Lausanne, mais bien au-delà, l'éclair permettait de distinguer *un nuage noir comme de l'encre, ayant la forme d'un entonnoir très évasé;* autour de ce nuage isolé, le ciel ne paraissait pas chargé. Sur Aigle, le ciel était clair et les étoiles brillantes. » *(Feuille d'Avis d'Aigle.)*

Peu, très peu de roulements de tonnerre; seuls des éclats secs, instantanés, sans écho.

Les cumulus amoncelés, étagés les uns sur les autres, s'avancent rapidement du sud-ouest; sur le bas du Risoux, au nord, les nues sont chassées par un fort nord-est entre 7 et 8 heures.

L'air est calme; les oiseaux sont silencieux; le bétail, dans le pâturage de la Bursine, ne se rend pas aux endroits accoutumés et montre de l'inquiétude. Les vachers n'en déduisent rien de bon.

Un peu partout, dans les maisons, l'orage rend les gens prudents et inquiets. On rentre chez soi en hâte. On ferme portes, volets et fenêtres.

A 8 h., l'atmosphère n'est qu'une *mer de feu*. Quelques grosses gouttes de pluie, quelques gros grêlons, vrais morceaux de glace formés de grains agglomérés, frappent bruyamment les toits, les

contrevents, les fenêtres. Quelques vitres sont brisées, d'autres perforées. Tout à coup, au milieu d'éclairs affreux par leur intensité et l'absence du roulement du tonnerre, un bruit singulier. Un grondement suivant les uns, un sifflement suivant les autres, bref, quelque chose d'épouvantable. Aussitôt les fenêtres volent en éclats, les portes sont enfoncées, les toits sont arrachés, les maisons tremblent, les charpentes s'effondrent ou disparaissent comme des fétus. En un clin d'œil les chambres se remplissent de foin, de branches d'arbres, de planches brisées, de poutres fracassées, de pierres, de mortier. Quelques minutes encore, et, au ciel maintenant sans nuage, les étoiles brillent comme autant de points d'or sur un tapis noir.

Dans une profonde obscurité, les cris de : Au secours ! retentissent. Ici, c'est un enfant enseveli sous un amas de poutres tombées du toit par la cheminée effondrée. Là, un vieillard enfoui sous les décombres de sa maison. Ailleurs, un homme, sur la route, a été frappé par les pièces de bois qui tourbillonnaient dans l'air.

Des blessés, une quinzaine ; des morts, point, sur notre territoire.

Quelle horrible constatation. En quelques secondes, pour chaque maison, c'est une ruine complète. Dans la seule commune du Chenit, 40 habitations sont entièrement démolies ; 57 sérieusement endommagées ; 40 ménages sans abri ; 160 personnes délogées.

Et la pluie menace d'inonder les restes. Trois orages passent encore sur La Vallée dans la matinée du 20 août, à 6 $^1/_2$, à 8 $^1/_2$ et 11 h. du matin, et les tonnerres ne cessent qu'à la nuit. Le déménagement commence aussitôt que le premier effarement est dissipé et se prolonge pendant toute la journée du vendredi. Les voisins de tant de victimes portent les premiers secours, offrant logement et table à ces malheureux si cruellement frappés.

*
* *

Telle est la reconstitution générale et fort grossière du passage du météore dans La Vallée. Pour chaque habitation, pour chaque personne atteinte, il s'est présenté d'une manière particulière ; il faudrait autant de récits qu'il y a eu de personnes sur sa route. Ces récits ont tous pour points communs l'*instantanéité*, la *puissance prodigieuse*, la *suspension momentanée de la respiration*, un *embrasement général* et l'*odeur d'ozone ;* ils

ont, pour différences, quelques traits spéciaux faisant ressortir les bizarreries de ce genre de météore.

LA MARCHE DE L'OURAGAN

En France. — C'est à 500 m. au sud de la gare d'Oyonnax, au moulin Gruet, que les premiers arbres ont été brisés ; à Oyonnax, six maisons furent découvertes et les arbres de la promenade du Parc déracinés ; dans la forêt d'Arbent (Ain) il n'y a encore que quelques dégâts isolés ; depuis le col de Larie, les traces deviennent continues. Viry, Ranchette, Larrivoire, Rogna sont ravagés. Le clocher de l'église de Viry fut renversé ; à Rogna, une femme fut ensevelie sous les décombres. St-Claude, grâce à son importance, à sa position topographique, cette ville est construite à la jonction de trois profondes gorges, fut encore plus maltraitée que tout le reste. Cinq personnes furent tuées et une quinzaine blessées. En tombant de la Fraite (770 m.) sur la ville (400 m.), située au pied du mont Bayard (956 m.), la trombe semble s'être divisée en deux branches : Celle de droite a rasé les fabriques qui se trouvaient sur son passage (usine Cayron et autres), enlevé le tablier du pont suspendu (type de celui de Grandfey à Fribourg) et tordu latéralement les pièces métalliques (fer à I de 45 cm. de hauteur) qui le soutenaient ; lancé la femme Boisson (60 ans) de ce pont au fond d'un ravin de 50 mètres de profondeur dans la direction du nord ; culbuté deux des clochetons de la cathédrale et ébranlé les deux autres, courbé le paratonnerre au nord-est, déraciné une centaine de gros et vigoureux ormeaux au pied du mont Bayard, « soufflant » à de grandes distances les tuiles des toits. Une division est partie de cette branche atteignant le village de Chaumont, bâti sur le flanc droit du mont Bayard.

Celle de gauche découvrit toutes les diamanteries et fabriques diverses qui se trouvent sur les bords de la Bienne au fond du ravin, depuis l'usine à gaz jusqu'à la Condamine, soit sur un parcours de 2 kilomètres ; éventra les maisons construites sur les bords du ravin, en dispersant les mobiliers ; ébrancha jusqu'au tronc les arbres séculaires de la promenade, en respectant toutefois la statue en bronze de Voltaire. Partout où le feuillage existe encore, le limbe des feuilles est percé de petits trous à bords roussis, fait que l'on reverra plus loin.

Vis-à-vis, la campagne du *Souci* n'est qu'un amas de masures d'où l'on a retiré le cadavre du fermier. La gare aux marchandises, construite en solide maçonnerie, a été rasée jusqu'au sol. La grue roulante, du poids de 4000 kg., a été renversée et portée à 5-6 mètres, après avoir été lancée par-dessus un talus de 1 m. de hauteur. Celui-ci ne porte aucune trace de son passage; l'herbe n'est nullement foulée; on peut donc supposer que la grue l'a franchi sans le toucher. Ce lourd engin est tombé sans grande secousse et assez doucement, puisque le plancher en bois de sa partie supérieure a été peu endommagé; par contre, des pièces de fer, qui n'ont été heurtées par rien, ont été arrachées et tordues.

Près de là, un wagon chargé a été tourné à angle droit; un autre fut renversé, un troisième jeté sur un talus.

Le cadran en émail de l'horloge de la gare des voyageurs a été percé d'un trou aussi net que s'il avait été fait à l'emporte-pièce. Ces trous à bords arrondis à l'intérieur sont communs sur tout le parcours du météore; ils ont été très souvent retrouvés dans les vitres des fenêtres, en France et en Suisse.

Le buffet de la gare — tenu par M. Weber — a horriblement souffert, surtout de l'agent électrique. Le mobilier fut dispersé à une trentaine de kilomètres au nord-est. Une malle, où l'on avait serré des fourrures, a disparu; le couvercle a été retrouvé à La Condamine; on ignore où est le reste. Une fourrure renfermée dans cette malle a été ramassée à Foncines-le-Haut, à 35 km. La literie a également disparu; un édredon a été trouvé aux Pouilles (voir p. 24) et une couverture à Mouthe. Le linge, malgré trois lessivages successifs, est resté marqué d'une quantité de petites taches rousses.

Dans les rues, un homme et quelques chevaux tombèrent morts foudroyés ou assommés par les projectiles qui pleuvaient des toits.

La partie centrale de St-Claude a été un peu épargnée. La rue principale n'en était pas moins encombrée de matériaux: volets, persiennes, cheminées, fenêtres, tuiles, ardoises et branches d'arbres dans un pêle-mêle indescriptible.

Quelques habitants disent avoir vu descendre des hauteurs de la Fraite ou du mont Champoux, au sud-ouest, un immense nuage noir sur lequel se détachaient des traits, des flammes, des boules de feu sillonnant l'atmosphère en tous sens, le tout accompagné d'un bruit épouvantable. Sur chacune des pointes

du grillage de la cour de la mairie, on vit un instant des *aigrettes électriques*.

De la ferme du Souci, sur la rive droite de la Bienne, une petite branche rectiligne s'est bifurquée se dirigeant un peu vers le nord, sur les Trois-Maisons.

* * *

Après avoir remonté la colline de *Vaucluse*, la trombe renversa une grande partie de la forêt du *Fraînois*, puis continua ses ravages sur les fermes et villages de *Berthod*, de la *Pelaisse*, de *Ripaille*, de *Rosset*, de *Monard*, près Longchaumois, du *Crêt des Arcets*, de *Rivière*, de *Sagy* près des Rousses, où une maison fut comme partagée en deux. Le *Bois de la Chaîte* et les *Grands Sallons*, plus au sud, furent également dévastés. M. Gallin, instituteur à Longchaumois, nous dit « qu'il a été » aperçu, au moment du passage du cyclone, à 8 h., à la Pe- » laisse, des boules de feu, et le feu n'a été communiqué nulle » part ; toutes les pièces de charpente enlevées étaient dépour- » vues de clous et autres ferrures ; une odeur nauséabonde per- » sistait encore le lendemain dans les appartements effondrés. » Un pan de mur de 5 à 6 mètres de longueur a été rasé à 60 » centimètres du sol et repoussé intégralement à l'intérieur, puis » appuyé contre les fourrages qu'il avait refoulés ; il était à » peine lézardé et il a fallu le démolir à coups de pioche et de » barre à mine. Des personnes ont été transportées à une cin- » quantaine de mètres sans avoir éprouvé d'accident. »

* * *

Jusque-là, depuis Oyonnax, la *trace* laissée sur la terre par ce redoutable météore est très large, 500 à 1000 mètres. A part quelques grandes forêts, la trombe rencontrait un sol assez découvert, parsemé de groupes de hêtres et de jeunes sapins. En général, ces bois ont mieux résisté que dans la Vallée de Joux, où le sapin séculaire prédomine et où le sol est fortement boisé.

La configuration du terrain est aussi bien différente. Tandis que la tornade trouvait en Suisse des collines uniformes, des terrains couverts, mais peu accidentés, en France, où, du reste, le parcours est presque double, ce ne sont que vallées, gorges, crêtes de montagnes, parois abruptes, orientées dans toutes les directions. (Pl. II, fig. 1.)

Tout cela fut sans effet ; tout cela fut franchi aisément. La direction, la vitesse, l'énergie du fléau n'en ont point été in-

fluencées ou bien peu ; seuls, les phénomènes secondaires ont quelque peu varié.

* * *

Le col des Rousses est peu boisé ; néanmoins la trace se reconnaît grâce à quelques arbres isolés, brisés ou déracinés. Une maison a été démolie dans la gorge qui précède le Gouland ; aux Rousses même, les toitures ont toutes un peu souffert, les cheminées sont tombées ; la partie sud de la toiture de l'église, située sur une éminence, a été enlevée et projetée dans le cimetière où elle a bousculé les tombes ; le couvent a été également découvert et en partie démoli. Les Rousses-en-bas, dans un vallon inférieur, ont plus souffert, toutes les maisons ont été découvertes. La colline s'élève rapidement au nord-est. Les hêtres qui la boisent ont résisté, mais sont ébranchés et les feuilles rôties.

De là, l'extrême bord droit de la trombe a suivi le pied de la colline et son flanc oriental en produisant des effets électriques ; le bord gauche s'est maintenu au-dessus, renversant les sapins et quelques hêtres au Gros Crêt et dans la Combe du Vert.

Aux Rousses d'Amont, vers l'Etang, au Vivier, aux Crêtets du Bois d'Amont, les maisons ont toutes été plus ou moins endommagées ; quelques-unes par la foudre, d'une façon positive, surtout vers l'Etang et au Vivier. Les habitants disent avoir remarqué des « chandelles », petites flammes voltigeant autour et dans les maisons. Réalité ou illusion optique (?) Une femme vit tout à coup, et pour une seconde, son poële en fonte, éteint depuis une heure, se remplir de feu. Dans l'étang, flaque d'eau de trois à quatre mètres de profondeur, à fond vaseux, six grandes poutres étaient enfoncées obliquement dans le fond. Leur direction était sud-ouest, nord et nord-est. Sur le hameau, il est tombé une forte pluie et quelques grêlons avant le passage de la trombe. Au-dessus du hameau, une légère dépression de la colline permet de constater le mouvement giratoire, grâce aux nombreux sapins abattus. Il en est de même au Vivier, à 700 m. plus au nord-est, où la direction des arbres abattus est sud à nord et nord à sud.

Au village du Bois d'Amont, le clocher de l'église a été dépouillé de quelques feuilles de tôle, ainsi que la mairie et les bâtiments les plus élevés. Au pied de la colline, les toits ont été tout ou partie enlevés. Les dégâts sont grands aussi dans la forêt au-dessus et au Crêtet, où une maison a été incendiée.

* * *

En Suisse. — A la frontière, la trajectoire s'élargit considérablement. Le bord gauche atteint le chalet Prodon, la Chaux-Sèche, les Grandes Roches de Vent et Mésery, tandis que le bord droit a frôlé les maisons des Landes d'Amont, sur la route du Brassus à la Cure. La guérite du poste français des douaniers et le toit de l'annexe ont été emportés à quelques mètres à est-nord-est. Un gigantesque sapin, devant le poste de gendarmerie du Carroz, a été brisé à 1 m. de hauteur ; à 15 m. plus loin, la lampe de la lanterne du poste n'a pas été éteinte et pas une tuile de la maison n'a été dérangée. La splendide sapinière du Carroz a été ravagée ; au bas, près de l'Orbe, plus un seul arbre debout. La route internationale qui la traverse était obstruée par les arbres, abattus dans la direction est-nord-est ; ici et là, quelques bouquets intacts et quelques arbres couchés à l'ouest. On peut reconnaître un mouvement giratoire, mais peu net. Le chalet du Carroz a été découvert et les débris portés à est-nord-est. A gauche de l'Orbe, les sapins sont tous déracinés et couchés au nord-nord-est, regardant la colline, comme du reste tous ceux de la côte de Pré-Rodet jusqu'à la Côte au Maître, vis-à-vis du hameau du Carre, au Bas-du Chenit (Pl. III, fig. 1). Cette partie de la colline est couverte de hêtres ; ceux-ci ont résisté, mais ils portent les traces de la foudre. On peut reconnaître un îlot d'arbres encore debout, enveloppé d'autres brisés ou déracinés. Le chalet de Pré-Rodet a eu son toit enlevé, brisé et les débris furent éparpillés au nord dans la direction de la colline. Quelques dizaines de sapins qui bordent l'Orbe ont été couchés dans le même sens. Au chalet du Carroz, quatre personnes étaient assises autour d'une table dans la chambre commune au moment du passage du tourbillon ; elles se trouvèrent transportées vers la porte sans savoir comment ; sur la table, la lampe continuait à brûler, comme si de rien n'était.

Plus loin, dans une dépression du sol, un gigantesque sapin, dont le tronc mesurait 1 m. 20 de diamètre à 1 m. de hauteur, a été tordu et cassé à 2 m. de haut ; une grande esquille de 3 m. 50 a été arrachée au sud-ouest, l'arbre est tombé vers le nord. A 50 m. de là, sur le revers de la dépression, un autre a été brisé à une hauteur de 15 m. Le sommet est tombé à 50 m. plus loin, a labouré le sol, puis, en cabriolant, est allé s'arrêter à 200 m., plantant ses branches à 20 et 30 cm. de profondeur sur tout son parcours. En arrachant l'une de ces branches, j'ai remarqué que le liber de l'écorce qui avait été lacérée, portait des taches vio-

lacées contrastant avec le blanc de la partie fraîche ou rouge-brun de la partie déjà desséchée. Serait-ce là une trace de la foudre ? Je suis porté à le croire. J'ai pu faire cette observation au Bas-du-Chenit et sur les Mollards, toujours sur des tronçons de branches profondément enfoncés en terre.

*
* *

La partie droite du tourbillon attaqua du sud au nord les maisons du hameau du Carre, détruisant les premières, découvrant les suivantes et portant les débris dans le creux au Bot, au pied de la colline. La maison neuve de Vers-la-Scie fut à demi-rasée. Le propriétaire, M. Eug. Golay, fut pris par le tourbillon, secoué un instant, puis relâché aussitôt sans aucun mal. La petite arête qui relie le Carre aux habitations de Chez Berger semble avoir été foudroyée par une de ces *nappes de feu* dont nous avons parlé ; les hêtres sont littéralement grillés. Vint le tour des bâtiments de H. Golay, C. Delacrétaz, Gustave Piguet, etc.; le premier fut rasé à hauteur des murs, le second éventré de part en part, les autres brisés et percés par la foudre, puis découverts.

Une borne de champ, en pierre, de 20 sur 23 cm. de section et 50 cm. de hauteur, pesant 60 kilos, a dû être arrachée verticalement, car les bords du trou ne portaient aucune trace de pression ; elle était à 1 m. plus loin. La partie hors de terre représentait le quart de la surface totale. C'est là, ce me semble, une preuve de la force d'aspiration de ce genre de météore, jointe sans doute à quelque action électrique très intense. Nous verrons plus loin un second exemple analogue.

Dans cette région, un charpentier, Ch.-H. Piguet, rentrant chez lui au moment de l'orage, fut frappé à la tête et à la nuque par des débris de bois et une longue poutrelle qui voltigeaient dans l'espace. Il guérit rapidement de ses sept blessures. « J'ai vu des flammes de feu, ce qui m'a aplati sur le sol où j'ai été violemment secoué, m'a-t-il dit ; j'ai été fortement mouillé, mais ce doit être après le feu, et la pluie doit être tombée tout d'un coup. J'ai été soulevé de terre, puis j'ai pu me cramponner à l'herbe où je suis resté jusqu'après le passage de la trombe. J'ai vu des boules de feu et des flammes. »

La famille d'Eugène Piguet, locataire de M. H. Golay, sortit précipitamment par les fenêtres pour se garer des pièces de bois qui tombaient de la charpente.

Le vieillard Constant Delacrétaz faillit périr avec deux de ses vaches sous les décombres de sa maison.

David Piguet, qui rentrait chez lui, fut pris par le tourbillon, lancé de côté et d'autre et finalement jeté brutalement au fond de sa grange, sans contusions dangereuses.

Gustave Piguet était sur la porte de sa chambre à manger. Brusquement, sans que rien l'annonçât, la fenêtre est enfoncée, les montants et le mur d'encadrement s'écroulent à l'intérieur ; des poutres, des planches, des branches de sapin, du foin s'amoncellent instantanément dans la pièce ou passent derrière le propriétaire qui se cramponne au montant de la porte. Le plafond est soulevé et par l'ouverture, entre mur et planches, passent les menus débris. A côté de la fenêtre, façade regardant l'ouest, une armoire à vaisselle n'a pas bougé ; rien, au dedans, n'a été dérangé. Si le tourbillon fût venu directement du sud-ouest, cette armoire devait recevoir le premier choc, étant donnée sa position. Quand le propriétaire put « ravoir son souffle », il constata les dégâts. Les débris de sa maison l'empêchèrent de sortir par la porte. Il sortit par la fenêtre. Là, la moitié extérieure du mur était renversée, mettant à nu les têtes des poutres du plancher de l'étage; ce plancher avait été « soufflé » loin; de l'outillage d'horloger, il ne restait plus rien. Les ruines portaient les traces de la foudre.

Dans les champs, près de là, nous avons trouvé un fragment de lambris (40 cm. sur 1 m. de long) fendu à l'un des bouts ; une esquille en avait été arrachée, s'était insinuée dans cette fente et enfoncée de 7 cm. dans le sol.

C'est en face de ce hameau que le bord gauche de la trajectoire franchit la colline obliquement. Sur l'arête, vis-à-vis de ces maisons détruites de fond en comble, une vingtaine de sapins, formant un bouquet, sont déracinés et couchés en regard de ces ruines, perpendiculairement à la direction de translation ; plus au sud, six sapins sont abattus dans une direction opposée, par un courant venant de la vallée, car près d'eux était un fragment de toit de 1 m² avec ses *ancelles*. (Pl. II, fig. 2).

Sur l'arête, en face, se trouvait Eugène Piguet dit Berger. Prévoyant l'orage, il se hâta de rentrer chez lui; il avait, pour cela, à gravir la colline de la Côte au Maître sur le côté occidental et à la redescendre à l'orient. Arrivé au haut, il vit venir à lui avec une rapidité vertigineuse de gros nuages noirs roulant les uns sur les autres, visibles grâce aux éclairs continus, et accompagnés d'un fracas assourdissant. Un instant, il ne sut que faire. Revenir sur ses pas, c'était s'éloigner de sa famille qui

peut-être aurait besoin de lui. Continuer son chemin, c'était s'engager dans un sentier, bien connu il est vrai, mais dans des conditions terribles. C'était là son devoir. Il n'hésita plus. Mais l'orage était là ; saisissant notre homme, il le lança de ci, de là pendant quelques secondes, l'arrosant jusqu'à la peau, puis disparut. Heureux de se sentir à nouveau maître de lui-même, E. Piguet essaya de se sortir de sa position. Partout des troncs d'arbres, des tas de branches fermaient toute issue ; au hasard, il prit au droit dans la direction de la vallée. Tout-à-coup, son pied glisse ; il tombe entre les arbres renversés les uns par-dessus les autres et se trouve pris par la jambe comme un renard dans une trappe. Au-dessous de lui, une lumière se mouvait. Il crie au secours. Ce fut Marcelin Piguet qui répondit et qui vint avec Eugène Lecoultre et Eugène Fleury, de Berolles, tirer leur malheureux concitoyen de sa triste situation. Dès qu'il fut dehors de son trou, un immense sapin s'abattit au-dessus ; à l'aide des falots, on vit qu'on était au bord d'une paroi de rochers. Notre homme n'avait pas échappé à moins de trois sortes de mort et sa famille était saine et sauve. Son cœur débordait en me rapportant ces faits et ses yeux humides me prouvèrent la reconnaissance qu'il garde à ses trois généreux sauveteurs.

*
* *

La trombe, dont la trace se rétrécit de plus en plus, vint heurter avec une force énorme les maisons du Crêt-des-Lecoultre. Celles de David-Eug. Piguet, charpentier, et de J.-L. Meylan, horloger, reçoivent le choc ; la foudre tombe, les murs s'écroulent et les toits sont emportés et émiettés. Un instant, dans les chambres tout est en feu ; les rideaux sont roussis ; des boules de feu avaient traversé la maison de part en part. Le reste du *voisinage* (groupes de maisons mitoyennes) subit à peu de chose près le même sort.

La veuve Capt-Zbären et ses huit enfants se réfugient à la cave. Mais sous le poids des matériaux et l'effort de l'ouragan, le plafond cède : il menace de s'effondrer ! Dans la maison voisine, le brave Alexandre Capt, forestier du Risoux, dort à poings fermés ; sa chambre avait pour plafond la voûte constellée du firmament !

Dans l'une de ces habitations, on entend le fracas causé par l'arrachement des toits ; sans perdre une seconde, on enlève l'enfant de son berceau et l'on se sauve à la cave ; la dernière

personne n'a pas encore quitté la chambre que le toit, le plafond et le berceau sont enlevés et réduits en miettes.

* * *

Du Crêt-des-Lecoultre au Crêt-Meylan (1 ½ kilom.), le terrain s'abaisse en forme de cuvette, il est entièrement découvert. La trajectoire y était dessinée par les débris de bois ou de zinc plantés dans toutes les directions ou sous tous les angles (Pl. II, fig. 3) ou simplement déposés sur le sol. La vue de ces champs jonchés de ruines était pénible ; le souvenir sera inoubliable. Réellement les débris plantés commençaient Vers-la-Scie en longeant l'Orbe, étant plus nombreux au nord-est de chaque maison détruite.

Sur la gauche, les arbres bordant le chemin tendant du Crêt-des-Lecoultre à la ferme du Planoz ont été déracinés dans diverses directions. (Pl. IV.)

Sur la droite, la foudre vint frapper la scierie de M. J. Golay, la maison de M. J.-A. Berney, l'auberge de « l'Ecusson vaudois » et le vieux Collège, habitations construites sur les bords du ruisseau le Brassus. Il s'en fallut de bien peu que le village fût atteint !

* * *

Rencontrant les habitations du Crêt-Meylan, la tornade eut bientôt fait d'enlever les toits, soulever les poutraisons, démolir les cheminées et l'angle ouest de la première maison (A.-W. Reymond) du voisinage, ainsi qu'une portion d'un mur de jardin. Ce mur date de deux ans ; il est recouvert d'un *dôme* en ciment ; il dépasse de 80 cm. le sol du côté où il a été frappé et d'un mètre de l'autre côté. Deux gros fragments de près d'un mètre de long sur 40 à 50 cm. de large dans le milieu ont été arrachés.

Dix personnes se trouvaient réunies dans une chambre de l'angle sud de cette maison aux trois quarts détruite ; on entend un vacarme épouvantable ; on se sent secoué violemment, puis « aspiré » ; la lampe s'éteint ; la maison crevée, le contenu est enlevé et dispersé à plusieurs kilomètres. Du linge fut retrouvé près de Mont-la-Ville ; le képi du propriétaire dans les champs, privé de ses parties métalliques.

La belle et solide maison de M. F. Audemars, capitaine, est abîmée. La façade métallique du sud-ouest est déchiquetée ; les volets et les fenêtres sont enfoncés, et à l'intérieur les galandages renversés ; au nord et au sud, les murs sont perforés par la fou-

dre. Le pan sud du toit est emporté ; les arbres du jardin n'ont plus que le tronc. Un jeune homme surpris par l'ouragan, voulut se réfugier dans cette maison. Il ne put ouvrir la porte, une force inconnue la retenait ; puis tout d'un coup, la foudre tombant sur la façade au-dessus de sa tête, la porte s'ouvrit et il fut projeté sain et sauf au fond du corridor. Dans la chambre de l'angle sud, au rez-de-chaussée, des deux berceaux qui y étaient avant, il n'en restait plus qu'un, celui qui contenait les deux enfants qu'on retrouva pleurnichant. On les avait heureusement couchés dans le même berceau. On a ramassé dans le jardin les pièces d'une moitié de montre partagée par l'ouragan, l'autre moitié était intacte. Des boules de feu furent vues dans la maison.

Deux garçons de M. Adolphe Audemars entraient dans leur chambre, la fenêtre se brise et une boule de feu de la grosseur du poing, d'un rouge violacé, entre, se dirigeant lentement vers eux ; ils reculent dans la cuisine, le cadet se cache sous la table, l'autre en fait le tour, la boule les suit, traverse la cuisine, trouve la porte du corridor ouverte, la franchit et disparaît sans bruit et sans trace.

Chez M. L. Audemars, une demoiselle se crut empoisonnée ; la chambre dans laquelle elle était, côté nord, s'était subitement remplie de feu. On lui fit boire du lait qu'elle rejeta aussitôt ; au dire des témoins, il sentait le soufre. Les rideaux de cette chambre étaient relevés et les extrémités ressortaient à l'étage supérieur, entre le mur et le plafond, pincées dans une fente si étroite qu'on ne pouvait pas y passer la lame d'un couteau. Ceci évidemment ne peut s'expliquer que par le soulèvement du plafond. Autre effet : la tige en fer du pendule d'une horloge a été arrachée, roulée en spirale et plantée au plafond de la chambre ; ce n'est pas un tourbillonnement de l'air, aussi intense qu'on veuille le supposer, qui fait de si étranges bizarreries.

Dans l'espace de cent mètres, entre la rangée de maisons du Crêt-Meylan et celle de M. F. Audemars, est située l'habitation de M. Eugène Audemars ; ici très peu de mal : vitres brisées, panneaux de contrevents enfoncés. Une vitre fut percée d'un trou circulaire et les fragments furent trouvés dans une tasse placée sur un plateau métallique au fond de la chambre. Les tuiles de la partie nord du pan occidental du toit étaient relevées et orientées vers le sud-ouest ; celles de la partie sud du pan oriental l'étaient vers le nord-est.

Les arbres près du bâtiment sont intacts. A deux pas, de gros ormeaux sont renversés.

* * *

Un char qui passait sur la route Brassus-Sentier fut renversé ; la femme qui le conduisait reçut une commotion électrique qui lui procura une paralysie d'un côté du corps ; elle guérit dans la huitaine. Un homme très petit, rondelet, qui rentrait au Brassus, fut enlevé et transporté dans les champs à 50 mètres. Il parvint à se relever, mais fut relancé plus loin avec des branches d'arbres. Ses lunettes lui furent arrachées, ainsi que son paletot et son gilet. Il n'avait que son pantalon pour rentrer chez lui, heureux d'en être quitte à si bon marché. Pendant son enlèvement il vit « tout rouge » et eut un arrêt dans la respiration. Il remarqua de la pluie, mais très peu. Il ramassa et emporta chez lui un grêlon de la grosseur d'un œuf de poule.

La route du Brassus, en cet endroit, était jonchée de débris de toute sorte ; le fil télégraphique était coupé et des poteaux abattus. Dans les bureaux télégraphiques du Brassus et du Sentier l'on ne remarqua rien d'insolite ; voyant venir l'orage, les agents avaient mis la communication avec le sol. Un bâtiment comprenant remise et fenil, appartenant à M. L. Audemars, a été littéralement aplati sur le sol. Près de là, de gros saules ont été cassés net au ras du sol, tandis que d'autres à côté ont été épargnés.

D'ici au hameau du Campe, la trajectoire traverse des prés marécageux et une tourbière ; elle est de nouveau dessinée par une quantité de fragments de bois gros et petits, capes de cheminées, feuilles de tôle chiffonnées, etc. Sur la route, un homme fut jeté contre le talus et en un clin d'œil mouillé complètement.

* * *

La première maison atteinte est celle de M. J. Nicole, au Campe ; le toit a résisté, mais les tuiles ont été emportées, les cheminées rasées. Les fenêtres et les volets de la façade sud sont brisés et projetés dans les chambres. Au pignon, tout l'atelier d'horlogerie se remplit de débris et des pièces d'horlogerie disparaissent. Une fillette de 12 ans se trouvait à l'étage, elle est transportée au travers des corridors et vient s'abattre contre la balustrade en fer du perron devant la maison ; elle en est quitte avec un coup au front, mais est mouillée jusqu'aux os par une brusque averse. L'ouragan entrant par une fenêtre de la cham-

bre du rez-de-chaussée, angle sud, y projette les volets et les fenêtres, arrache la literie des lits qu'il lance par la fenêtre opposée, puis un matelas, ne pouvant passer, obstrue cette fenêtre de sortie et la chambre se remplit alors instantanément de poutres, de débris de planches, de branchages, de rameaux de sapin. Une corbeille de linge a été vidée; on retrouve le contenu à des kilomètres de distance. La couverture d'un lit est restée enroulée autour d'un arbre, à l'angle est de la maison.

L'ancienne tuilerie du Campe ne forme plus qu'un amas de poutres, de planches et de tuiles. Une poutre de 6 m. de longueur, de 20 sur 35 cm. de section, assemblée avec une autre plus mince mais de 10 m. de longueur, est transportée à 50 m.; une autre de 2 m. de long et de 15 sur 15 cm. de section, est plantée dans le sol à 1 m. de profondeur.

Dans le corridor d'une des maisons du hameau, quatre hommes attendaient que l'averse fût passée. A eux tous ils eurent grand'peine à maintenir la porte fermée; deux la tenaient par la poignée métallique. Quand le fracas eut cessé, ils voulurent ouvrir; ils ne le purent pas tout d'abord; quelques secondes après, la porte s'ouvrait comme auparavant. Y avait-il eu paralysie instantanée de leurs mains qui tenaient un objet en fer, ou effet d'aspiration du cyclone?

Chez M. L. Meylan, on serrait les outils d'horlogerie quand la chambre se remplit tout à coup d'une clarté assez intense et durable pour que les personnes présentes pussent voir la couleur de leurs vêtements. La lampe s'était éteinte. Le fracas épouvantable que l'on avait entendu s'approcher devint plus terrifiant, puis s'évanouit. Une cheminée tomba dans la cuisine, le toit et sa charpente furent enlevés sans que l'on s'en aperçût. Le bruit général couvrait tout. Une pluie intense, mais instantanée, fut remarquée en cet endroit.

Une maison voisine pourvue d'un paratonnerre a peu souffert; une partie des feuilles de tôle de la toiture a été enlevée; le paratonnerre est tombé sur le toit, ensuite d'un choc sans doute.

Un crochet de contrevent d'une fenêtre de l'angle est a été trouvé sous le fourneau de la chambre de l'angle ouest; il avait fait le tour du bâtiment.

Les maisons de MM. F. Golay et Benoît sont découvertes, un chéneau en bois du pan occidental du toit de ce dernier propriétaire est allé se planter en terre à l'orient du hameau. Le rucher Benoît a dû faire à peu près le même chemin. Quelques

arbres et le rucher de M. F. Golay n'ont nullement souffert; ils se trouvèrent sans aucun doute au centre du tourbillon.

Plus loin, un vieillard se disposait à se coucher. Tout à coup la paroi s'enfonce et recouvre le lit de débris. La maison ici est trouée de part en part, et celle qui est derrière, à l'occident, complètement détruite.

La maison Simond reçut un coup de foudre à l'angle sud; le toit fut enlevé dans la partie nord et à l'occident; les fenêtres de cette façade furent enfoncées, la charpente soulevée et tout l'intérieur se remplit de débris, parmi lesquels beaucoup de rameaux de sapin.

Les planches entassées de M. D.-Aug. Piguet furent éparpillées les unes au sud-ouest, les autres au nord-est. Un char chargé de planches fut renversé; un autre jeté sur un talus, au bord de la route.

La maison de M. Samuel Meylan fut également découverte et ébranlée jusqu'au sol; les maçons qui reconstruisirent les murs constatèrent qu'une pierre de taille (couverte) en calcaire était calcinée. Devant son habitation, parmi les fragments de bois, il trouva un batz bernois planté dans un débris. Dans ce même groupe du Campe, Mme Grandchamp trouva devant la porte de sa maison, à 5 h. 30 environ du matin, un corps de forme arrondie, à surface mammelonnée cristalline, d'un jaune verdâtre, du poids de 1 kil. 825 grammes.

Il était recouvert d'une boue charbonneuse. La façade de la maison portait une grande éraflure que nous croyons avoir été faite par ce corps en tombant. Ce dernier, parfaitement homogène, est composé de sulfure de fer presque pur; les traces de manganèse ne sont pas appréciables. Les analyses ont été faites par M. Souter, pharmacien, à Morges, et M. F. Seiler, chimiste cantonal. L'origine de ce rognon de marcassite ou pyrite blanche n'est pas encore trouvée. D'où vient-il? Comment a-t-il été porté là?

* * *

En attaquant le versant droit de la Vallée de Joux, le tornado semble avoir frappé en premier lieu la belle sapinière du Campe; car celle-ci est littéralement rasée; seuls quelques hêtres ont résisté, après avoir été toutefois ébranchés jusqu'au sommet. La disposition des sapins abattus permettait d'y reconnaître un mouvement giratoire, sans cependant apercevoir les trois régions.

Un peu avant cela, on constate quelques effets isolés sur des bois et des bâtiments. La première colline de la chaîne du Mont-Tendre a été prise en écharpe. La foudre est tombée encore sur les maisons des Mollards, où une femme tenant le loquet de la porte de sa chambre, fut frappée par la foudre. Il en résulta une gêne momentanée des articulations du côté droit du corps.

A quelques pas, un gros sapin, brisé au rez du sol, a dû faire un saut de sept mètres à l'ouest; plusieurs autres au nord-est ont fait de même un trajet de 50 mètres. Celui-ci était indiqué par des sillons et des creux et par des branches plantées dans le sol; en arrachant une de ces dernières, je reconnus sur le liber de l'écorce lacérée les mêmes taches bleues que j'avais vues au Pré-Rodet.

Au-dessus du pâturage de M. A. Lugrin, dans une partie fortement déclive, nous avons vu une pierre d'environ 100 kil. arrachée du sol. Les bords de l'alvéole étaient absolument intacts et montraient que la pierre était sortie verticalement. Aucun projectile ne déposait aux environs. Les dimensions sont 45 × 35 centimètres de base et 35 cm. de hauteur, dont 25 en terre et 10 au-dessus. La pierre surpassait le sol par une sorte de petit pain de sucre ne représentant pas plus de $^1/_{10}$ du volume total. Un creux dans le sol à un mètre de distance établit qu'elle a dû bondir de sa place.

Aux Esserts, le toit d'une citerne avec toute sa charpente a tourné de 180°, de droite à gauche, sans aucun dommage.

* * *

D'ici à Croy et sur la partie droite de la trajectoire, les arbres continuent à être déracinés et brisés près du sol, en grand nombre, et couchés dans un ordre presque parfait; direction nord-est ou nord-nord-est. Sur la gauche, il y a plus d'arbres cassés que déracinés; souvent ils furent brisés à mi-hauteur et même plus haut; quelques-uns des débris sont dirigés vers le sud-ouest, d'autres, par-dessus ceux-ci, vers le nord-est.

Les chalets des Bioux-dessus sont : l'un enfoncé du sud au nord (Chez-le-Chef); l'autre (Chez-Marc) semble avoir subi deux courants, le premier sud-nord qui a découvert le chalet et déraciné les gros sapins; le second sud-ouest à nord-est qui a renversé les plus petits sapins par-dessus les autres et a emporté les légers débris dans la direction de la translation. Le troisième chalet, appartenant à M. J. Reymond, des Bioux, pré-

sente le même fait. La moitié du toit du côté sud a été emportée au nord; à 20 m. de là, un *chalotet* (lazaret) en bois a été entièrement emporté par un courant du sud-ouest.

Vient ensuite la Branette, dont le toit du chalet a été aussi emporté. Voyant une fenêtre s'enfoncer, le vacher, un gars de 28 ans, solide et bien taillé, sortit pour en chercher la cause. A l'instant, il fut enlevé et transporté, sans savoir de quelle manière, à 200 mètres au nord-nord-est. Le *boebo*, garçon de 15 ans, se sentant enlever, se jeta à terre, se cramponnant à l'herbe; mais celle-ci se rompit, tellement l'aspiration était forte. Il saisit alors de ses deux bras un poteau fiché en terre et s'y maintint. Ni le vacher, ni le berger n'eurent de mal.

Le chalet à Neveu est enfoncé dans le sens de la longueur; il n'en reste que la partie nord-est.

* * *

Continuant son œuvre dévastatrice, le météore s'abattit sur la belle et grande forêt du Bois-à-Ban, dont les sapins sont plusieurs fois séculaires, et s'y tailla en quelques secondes une rue de 800 mètres de large et 1000 m. de longueur. 120,000 arbres furent arrachés ou cassés; quelques troncs restent encore debout au milieu de ce dédale imposant de grandeur et d'horreur.

Viennent les pâturages du Sappelet, des Croisettes, le bois des Croisettes, l'Asile du Mollendruz qui eut une cheminée abattue, la côte de Mont-la-Ville et celle de Lapraz.

A Juriens, la toiture de plusieurs maisons est emportée; des vergers sont détruits; dans la forêt, dégâts considérables. Une femme fut assez grièvement blessée par les débris qui faillirent l'ensevelir.

En Rauven, à Envy, à Romainmôtier, mêmes dégâts; quelques toitures enlevées; arbres fruitiers abattus. Un gros poirier sauvage a été brisé à un mètre du sol et tout l'arbre transporté dans les champs à 30-40 mètres. Vingt hommes durent travailler pendant deux heures pour déblayer la route de la gare et celle de Romainmôtier à Cuarnens.

A Croy une quantité de tuiles ont été projetées sur le train qui arrivait à cette station à 9 heures; les voyageurs effrayés n'osaient pas en descendre. Une quantité de beaux noyers et d'arbres fruitiers, pommiers et poiriers qui se trouvent en Rochendray, non loin de la gare et sur la route de Romainmôtier, ont été déracinés, couchés ou renversés, attestant encore le mouve-

ment giratoire. La route en a été obstruée; la passerelle du chemin de fer a été détruite.

Le dernier effort du tornado s'est concentré sur une dizaine d'arbres, noyers et pommiers, dans le verger au nord de la gare de Croy. Il les a abattus les uns contre les autres en une sorte de tourbillonnement.

La trace continue se termine là, mais plus au nord, dans la campagne d'Orbe, de Grandson, dans le vignoble neuchâtelois, bien des branches d'arbres furent encore brisées; bien des tuiles furent encore soufflées loin des toits par le vent d'une impétuosité, d'une soudaineté qui ont frappé les populations. Puis la grêle vint succéder à ces derniers vestiges de la trombe. Celle-ci a donc fini comme elle avait commencé, par un fort ouragan. Commencé dans les environs de Bourg à St-Martin-du-Mont vers les 7 heures du soir, le météore paraissait sur les bords du lac de Constance à 11 h., après avoir produit un orage, un ouragan, des désastres comme on n'avait jamais vu encore, un ouragan accompagné de très gros grêlons, puis une longue colonne de grêle.

* * *

En venant du poste du Carroz au Brassus, on voit à gauche et à droite des sapins déracinés ou brisés. A l'orient de la route, ils sont abattus dans une direction à peu près parallèle à celle du cyclone, mais déviant légèrement à droite; ce n'est plus nord-est mais est-nord-est. A l'occident, le chalet de la Burtignière a été en grande partie découvert; les débris portés au nord et quelques sapins voisins abattus dans cette direction, permettent de dire que ce n'est pas par le même courant.

Les dégâts isolés de la partie orientale se terminent au Bas-du-Chenit, derrière la Pisciculture; un dernier sapin au bord du bois a été renversé.

A la Bursine, les vachers sortirent pour chercher à se rendre compte du vacarme qu'ils entendaient. Au même moment, le toit fut troué en son milieu, les *ancelles* éparpillées et les vachers jetés sur un tas de bois à quelques mètres.

* * *

On traverse, en s'approchant du Brassus, les hameaux de Chez-les-Lecoultre, Chez-les-Simond, Chez-les-Meylan; presque toutes les maisons ont souffert du violent coup de vent qui accompagnait le cyclone. Les avant-toits, les faîtes, les façades

boisées ont été particulièrement atteints. Dégâts du reste insignifiants. Des preuves du passage de la foudre y ont été relevées.

Une vitre, depuis le 19 août, porte un dessin en zigzag de couleur violette, à bords jaunâtres et transparents.

Mme Capt-Wolf marchait avec une grande difficulté des suites de l'influenza; depuis le sinistre elle vaque très aisément à ses occupations. La moitié du toit de la maison dans laquelle elle était fut enlevée, mais sans qu'elle s'en aperçût.

* * *

Si l'on examine la colline du Mollard du Campe, on remarque à 200-300 m. plus haut, sur la droite de la trajectoire, des abattis isolés; les fayards ont résisté et décèlent ces places. Les premiers sapins que l'on rencontre, si l'on monte là-haut, sont couchés en bas, direction nord; les autres sont renversés au nord-est. Si l'on suit ces derniers, l'on arrive en pleine sapinière où les dégâts sont moins importants et plus rares, en arrière des pâturages des Esserts et même sous le Grand-Essert, à 5 kilomètres du Campe.

C'est là, sans contredit, un second rameau latéral de la branche principale de la trombe. A quoi est-il dû? A la force centrifuge? A la configuration du sol? Peut-être à ces deux causes à la fois.

Quant aux arbres clair-semés abattus dans la direction de la vallée, ils l'ont été par le courant d'appel. Le mauvais chalet de la Chirurgienne en est une preuve; les murs se sont écroulés et le toit est tombé par-dessus sans aucun dommage, en déviant très légèrement vers la vallée; ceci rappelle tout à fait cette expérience d'inertie qui consiste à retirer brusquement la feuille de papier sur laquelle repose un livre; le courant d'appel a produit l'écroulement des murs en mauvais état. (Pl. II, fig. 4.)

* * *

Sur la gauche de la zone atteinte par la trombe, à 4 kil. de distance environ, il est tombé à la même heure de la grêle en petite quantité mais de très gros grêlons à la Rixouse, à Belle-Fontaine, au Chalet-Capt, d'où notre observateur, M. L. Dufour, gendarme, nous écrit ce qui suit : « Ce soir, après un temps très lourd, il est tombé à 8 h. 20′ quelques grains de grêle précédés d'un peu de pluie *(éclairs et tonnerres incessants sur la vallée)*; grosseur variable : du grésil à l'œuf de poule; formes diverses :

arrondies, aplaties, triangulaires. La colonne de grêle n'a atteint le poste que par le bord droit, car le pan du toit regardant l'occident en a reçu deux fois plus que l'autre. Il est tombé par la cheminée un morceau de glace de 40 centimètres cubes formé d'une centaine de grains agglomérés. »

Au poste des Mines, il ne tomba que de la pluie; à Vallorbe le tonnerre a retenti sans interruption de 7 à 8 h. 30. La grêle est tombée en abondance; on a ramassé des blocs de glace gros comme le pouce; plusieurs mesuraient de 30 à 48 millimètres. Une pluie très chaude (30° de chaleur) a succédé. Cette colonne de grêle atteignait par son autre bord Ste-Croix. « A 8 $^1/_4$ h. les grondements de l'orage grandissent encore, les éclairs se succèdent avec une telle rapidité que les arbres n'apparaissent que par intervalles et comme de monstrueux fantômes; la fraîche brise du soir fuit devant l'ouragan, qui se déchaîne furieux et jette sur la contrée une bordée de grêle. » (Journal de Sainte-Croix.)

A Bullet, une colonne de grêle d'une violence inouïe, de mémoire d'homme sans précédent dans nos montagnes, hachait toutes les récoltes en graines, dont aucune encore n'était rentrée; les toitures des bâtiments ont aussi beaucoup souffert.

A Lignerolles, à l'Abergement, on ne se souvient pas d'avoir vu des grêlons aussi gros, on en a pesé de 325 grammes. A Agiez, beaucoup de mal dans les forêts, tout est haché. A Baulmes, entre 8 et 9 h., l'effet de la grêle a été un peu amoindri par une pluie diluvienne. On a pesé des grêlons de 70 grammes. Les petits grêlons avaient la forme d'œufs de pigeons; les gros étaient de forme plate et anguleuse. Un grêlon atteignait huit centimètres de diamètre. Valeyres et Rances ont peu souffert, la grêle y était grosse, mais peu abondante. A Montagny, la grêle tomba avec une violence rare; poids moyen des grêlons 100 gr.; trois quarts de la récolte, qui était belle, sont détruits. Les toits eux-mêmes sont endommagés. Yverdon était au bord de la colonne, dégâts insignifiants. A Grandson, à 9 h., « on entendit tout à coup pendant l'orage, un bruit sourd, pareil à celui d'une canonnade lointaine et quelques secondes après, des grêlons « de la grosseur d'un œuf de poule » tombaient avec une force inouïe, brisant vitres, tuiles et ardoises. — Les villages de Fiez, de Giez, de Champagne, de Concise sont abîmés; les vignes ont une apparence lamentable; les arbres fruitiers ont été brisés; des branches de l'épaisseur du bras gisent à terre et

témoignent de la force de l'orage. A Novalles, mêmes ravages; les grêlons étaient aussi gros qu'un gros œuf.

Le vignoble neuchâtelois semble avoir été frappé par deux colonnes de grêle distinctes. La première qui longeait le lac et poursuivait sa route dans le plateau suisse en suivant le pied du Jura; l'autre, plus funeste encore, descendant du Val-de-Ruz, s'abattit premièrement sur la montagne de Chaumont, puis sur le vignoble. Toutes les récoltes sur pied furent anéanties; des arbres dépouillés de leur feuillage; des toitures gravement endommagées; de nombreuses vitres brisées. Des grêlons, ramassés 80 minutes après leur chute, pesaient encore 51 grammes; les gros, anguleux; les petits, arrondis. A Gorgier, à Saint-Aubin et à Sauges grands dégâts. Ce dernier village semblait avoir subi un bombardement; fruits abattus, oiseaux tués, tuiles enlevées, quelques toits effondrés; toutes les vitres du côté du nord ont été brisées. A Vaumarcus le mal est grand aussi, à Provence, à Concise moins et à Chavornay la colonne de grêle, descendue du Val-de-Ruz, cessait ses ravages.

Dans la contrée de Bienne, l'orage arrivait à 9 heures environ, à 10 h. à Aarau et à 11 h. sur les bords du lac de Constance, après avoir saccagé les campagnes soleuroises, bâloises et argoviennes. A Aarau les grêlons étaient encore de la grosseur de noisettes.

* * *

Débris. — Notre description serait incomplète si nous négligions les trouvailles faites dans les journées qui suivirent celle à jamais néfaste par des personnes habitant des contrées bien éloignées du théâtre de tant de désastres. Nous voulons parler des débris de toute nature — branches d'arbres, vêtements, linge, papiers d'affaires, feuillets de livres, fragments de planches, de couvertures métalliques, d'*ancelles* (tuiles en bois dont la forme et les dimensions varient d'une contrée à l'autre), etc., — qui furent ramassés au nord-est du territoire traversé par la trombe. Voici quelques faits qui nous ont été rapportés par notre ami M. H. Cordier, instituteur à Mouthe.

A *Foncine-le-Haut*, M. X. trouva dans son jardin une lourde fourrure de dame, le mercredi matin; il fit connaître la chose par les journaux, et eut la satisfaction de rendre l'objet à sa propriétaire, Mme Weber, au buffet de la gare de St-Claude.

On a ramassé : aux *Cernicollets*, des *ancelles*, des morceaux

de tôle déchirés et froissés; à *Mouthe*, une belle couverture de lit.

Aux *Pouilles*, un magnifique édredon. Ces deux derniers objets devaient provenir de St-Claude, car Mme Weber précitée crut les reconnaître à la description que nous lui en fîmes.

La couverture est tombée chez une très pauvre famille de Mouthe qui a cru à un don de la Providence. L'édredon a été abîmé par une vache. Dans tout le canton de Mouthe, des ancelles, des branches de noyer, de pêcher, de buis, de hêtre, de pommier et surtout de chêne.

A *Villedieu-les-Mouthe*, une branche de pêcher portant sept fruits à peu près mûrs.

Au *Brey*, une planche de 2 $^1/_2$ m. de long sur 30 cm. de large, couverte d'ancelles.

Aux *Pontets*, des papiers sans importance, déchirés et chiffonnés, sur l'un on lisait : St-Claude, le 8 août 1890; c'était une carte convoquant les pompiers de la ville.

A *Remoray*, trois chemises d'enfants.

A *Mignovillard*, une *visite* inachevée.

Dans la Côte, entre cette dernière localité et *Boujeons*, des coupons de soie, de cretonne, etc.

A *Gellin*, une branche de figuier.

Au *Sarrageois*, des vêtements de femme.

A *Rochejean*, une chemise et un mouchoir de poche qui furent utilisés de suite.

A *Vaux*, un linge de toilette marqué J. V.

A *La Planée* un tiroir de commode, un fragment de toiture de 1 m^2, avec ses ancelles; deux chapeaux portant les noms des chapeliers, l'un de St-Claude, l'autre de Morez.

De *St-Point*, M. Barthelet, pêcheur, nous a fait parvenir un papier, reconnaissance entre deux citoyens de St-Claude, trouvé dans son champ, tandis que ses filets avaient retenu, à leurs dépens, des morceaux de zinc et de tôle galvanisée.

Enfin à *Oye-et-Pallet*, à *Montperreux*, à *Pontarlier* et aux *Etraches*, partout on retrouva ou des vêtements, ou des fragments de planches et d'ancelles, ou des branches d'arbres.

Ces débris sont tous d'origine française. Ce qui n'est pas de St-Claude a été enlevé des nombreuses habitations ravagées sur le parcours dès cette ville aux Rousses.

Une *seconde zone*, celle des débris d'origine vaudoise, comprend les montagnes de Neuchâtel principalement.

Déjà les abords de *Bullet* et les prés du *Chasseron* étaient parsemés de planches brisées, d'ancelles, de fragments de couvertures métalliques, feuillets de livres, etc. Mêmes trouvailles à *Monlési* (Val-de-Travers) sur le chemin qui va du *Crêt-Pellaton* au *Rothel* (Crêt-de-Travers); sur le plateau de la *Tourne* (Combes-aux-Fies); sur le sommet et sur le flanc septentrional de *Som-Martel*, sur les deux versants de la colline des *Rez* et sur une assez vaste étendue de prés au *Crozot;* le long de la vallée de la *Chaux-du-Milieu*, surtout entre la *Châtagne* et la *Brévine;* dans la forêt de *Colombier*, au-dessus de *Bôle;* bref, sur toutes les hauteurs qui dominent *Fleurier*, *Boveresse* et *Couvet*, etc.

Aux *Varodes*, près la *Brévine*, M. *Justin Matthey* trouva une lettre adressée à feu le juge Lecoultre, au Crêt-des-Lecoultre, Vallée de Joux, datée du 5 janvier 1850.

L'origine de ces débris n'est pas douteuse. Tout ce qui a disparu des maisons détruites par la trombe a été semé ou sur la trajectoire ou au nord-est à des distances variant entre 40 à 85 kilomètres en deçà comme au delà du Jura.

IIe PARTIE

Abordons l'étude scientifique du phénomène; nous classerons les faits d'observation en : *principaux* et *secondaires*. Pour établir cette classification, nous ne nous basons que sur l'importance apparente des dégâts, après l'inspection des lieux.

Effets principaux. — Le tornado du 19 août a eu un mouvement de translation du sud-ouest au nord-est et un mouvement giratoire de droite à gauche.

Translation. C'est M. le professeur Dr F.-A. Forel, à Morges, qui a relevé la marche du météore. Il résulte de son enquête que le tornado a touché terre de Oyonnax (Ain) à Croy, sur une étendue de 80 kilom., soit 50 kilom. en France, 30 en Suisse. Parti à 8 h. (heure de Berne) de St-Claude, il passait au Bas du Chenit (frontière suisse) à 8 h. 16 et arrivait à Croy à 8 h. 37, après avoir parcouru en 37 min. un trajet de 58 $^1/_2$ kilom.

Avant de toucher terre à Oyonnax, il aurait débuté par un ou plusieurs orages suffisamment violents pour briser des arbres et enlever des toitures à St-Martin du Mont, Revonnas, Rignat, Serrière sur Ain, Neuvelle sur Ain, à l'est de Bovry (lettre de M. Fréd. Tardy, à Bourg, Ain).

Après Croy, où la trace des dégâts cesse, l'ouragan a encore été d'une violence inouïe et immédiatement suivi d'une chute de grêle très intense.

La *vitesse moyenne* de translation était donc de 27 m. par seconde ou 97 kilom. à l'heure, ce qui représente une pression de 85 à 90 kilog. par mètre^2.

La *trajectoire* est rectiligne si on l'envisage d'une façon générale; elle est polygonale si on la considère en détail.

De St-Claude au Crêt-des-Lecoultre (environ 30 kilom.), elle est rectiligne. De ce hameau, situé sur la gauche de l'Orbe, elle oblique fortement (sur 2 $^1/_2$ kilom.) pour atteindre la rive droite, au-dessus du hameau du Campe, d'où elle redevient rectiligne sur 24 kilom.

Le plan dressé par M. Etier, ingénieur topographe, sur l'ordre de M. Viquerat, Chef du Département de l'Agriculture, permettra de reconnaître approximativement quelles sont les causes de ces déviations, et en feront peut-être reconnaître d'autres.

La *largeur* de la bande atteinte est variable. Au Carroz, soit à la frontière suisse, elle atteint son maximum, 1 $^1/_2$ kilom.; 500 m. à l'ouest de la colline de Pré Rodet et 1000 m. en deçà, soit du sommet de cette colline à la route franco-suisse du Carroz. Nous expliquerons plus loin ce rélargissement considérable. On peut reconnaître un second rélargissement au-dessus du hameau du Campe; la largeur y atteint 6 à 700 m. Partout ailleurs la largeur est moindre, sauf vis-à-vis des couloirs et des gorges de la côte des Mollards. Enfin, la plus faible largeur est de 200 m., elle s'observait dans la traversée de La Vallée, entre le Crêt-des-Lecoultre et le Crêt-Meylan. Là le chemin du tourbillon était parfaitement délimité par les débris des maisons détruites.

Il est probable que, large à l'origine, la trace laissée sur le sol va en se rétrécissant de plus en plus. M. Bourgeat[1], dans une note à l'Académie des sciences, parle en effet de 1000 m. au début et d'un minimum de 500 m. A Croy, au nord de la gare, les arbres sont abattus en un seul point sur une surface de quelques hectares au maximum.

La *direction* est sud-ouest à nord-est; mais on doit reconnaître une déviation à l'est, ce qui porterait cette direction entre nord-est et est-nord-est; le tornado, au lieu de passer à l'est du massif

[1] Comptes-rendus de l'Acad. des Sc., numéro du 1er septembre 1890.

de la Dent de Vaulion, aurait dû passer à l'ouest, si la direction eût été sud-ouest-nord-est et la trajectoire absolument rectiligne. De Croy, l'orage a suivi le pied du Jura.

Le *mouvement giratoire* a eu lieu en sens inverse des aiguilles de la montre, de droite à gauche pour une personne placée au centre du tourbillon. Partout, dès la Vallée de Joux à Croy, ce mouvement est nettement dessiné par les arbres abattus, les pièces de bois, les débris de toitures enlevées à droite et portées à gauche ou inversément.

Parcourons sur un demi-kilomètre les pâturages des Esserts, au-dessus de l'Orient-de-l'Orbe. Nous sommes sur la droite de la *trace:* là, tous les arbres sont déracinés ou cassés et couchés parallèlement du sud-ouest au nord-est; à 100 m. plus loin, leur direction devient sud à nord, racines à droite, sommet à gauche; venons sur la gauche de la trace, nous y trouvons les sapins couchés du nord-est au sud-ouest avec racines à nord-est et sommet au sud-ouest, à l'inverse des premiers et contrairement au sens de translation. Parfois on retrouve sur le côté gauche des arbres abattus du sud-ouest au nord-est. Voici une observation très nette faite le 21 août:

Le chalet *Chez Marc,* au-dessus des Bioux, a eu le toit enlevé; la charpente et les plus grands fragments du toit, ainsi que les gros sapins, sont dirigés à gauche dans une direction perpendiculaire à la translation. Puis de petits sapins sont couchés par-dessus et dans la direction de la translation, et les plus petits débris (ancelles, lambris, rameaux de sapin, etc.) sont parsemés au nord-est à 20, 50, 100 m.

L'explication, nous la croyons incontestable. Le courant, allant de droite à gauche, a renversé les gros obstacles, puis, après une giration et redevenant direct (sud-ouest à nord-est), il a abattu ce qui était encore debout et enlevé les petits objets pour les parsemer sur sa route.

Les trois régions, zone *dangereuse* à droite, zone *maniable* à gauche, zone *calme* au centre, sont parfaitement caractérisées, l'on peut même dire dessinées sur le terrain.

La *première* par un abatis général des arbres couchés vers le nord-est ou vers le nord; la *seconde* par un abatis plus clairsemé, plus embrouillé, quelques arbres renversés contre le sud-ouest; la *troisième* par des bouquets d'arbres intacts ou des bâtiments non endommagés. (Au Crêt Meylan, la maison de M. Eugène Audemars, au milieu d'autres démolies, n'a que

quelques vitres brisées, quelques panneaux de contrevents enfoncés. Les tuiles de la partie nord-est du toit étaient relevées et regardaient le sud-ouest ; celles de la partie sud-ouest regardaient le nord-est.)

Cependant, dans la partie très étroite, ces zones disparaissent ou sont moins apparentes, puisque la trajectoire n'était marquée que par des débris. A partir de 300 m. elles sont indiscutables.

La combinaison du mouvement de translation et du mouvement de giration donne lieu à une sinusoïde. Les positions des débris et des arbres relevées sur le plan de la commune du Chenit dessinent vaguement une courbe pareille; mais il faut encore tenir compte du mouvement ascendant que nous admettons. La trajectoire se présente alors comme une suite de spirales concentriques, la branche de gauche étant l'enveloppée et l'ascendante.

Effets secondaires. — Ce sont, par ordre d'importance : 1° Dégagement considérable d'électricité. — 2° Divisions de la branche principale. — 3° Aspiration. — 4° Courants d'appel. — 5° Nuage en forme d'entonnoir. — 6° Bruit. — 7° Vent latéral.

Voyons ces divers effets :

1° *Dégagement considérable d'électricité.* — L'*abondance des éclairs*, leur *intensité* et leurs *formes variées* étaient extraordinaires. Quoique habitués aux orages, les habitants de La Vallée déclarent n'avoir jamais vu pareille illumination électrique. De loin, on en a été frappé.

Dans les maisons du Bas-du-Chenit, du Crêt-Meylan et du Campe, les habitants se sont vus entourés de feu, d'aucuns disent de flammes. Au Crêt-des-Lecoultre, au Crêt-Meylan on a vu des *boules de feu*[1]. Au Crêtet du Bois d'Amont, à deux kilomètres de la frontière, la foudre enflamme une maison. C'est la lueur de cet incendie qui attira l'attention de la population et fit découvrir l'horrible catastrophe.

Les *traces de la foudre* sont nombreuses : murs perforés, vitres trouées, poêles renversés, clefs, barres de fer tordues. Quelques traces de fusion et de carbonisation. Quelques personnes sont momentanément paralysées.

L'électricité s'est manifestée principalement par des *effets mécaniques* puissants ; inimaginables n'est pas trop dire.

Les hêtres de toute la côte de Pré-Rodet, du Carroz au Crêt-

[1] M. Cadenat à St-Claude a relevé les mêmes observations. (Comptes-rendus de l'Ac. des Sc., 2e semestre.) (T. CXI, n° 14).

des-Lecoultre, portent les traces de la foudre. Le feuillage était vert le 19 et sec le 20; le pétiole de beaucoup de feuilles (peuplier) portait une tache noire; le limbe des feuilles des hêtres était percé de petits trous nets à bords grillés. En revanche, les arbres sont restés debout. Ici et là, du Bas-du-Chenit au-dessus des Mollards, j'ai trouvé des tronçons de grosses branches de sapin enfoncés dans le sol à une grande profondeur; l'écorce en lambeaux avait à l'intérieur de grandes taches d'un bleu violacé. A St-Claude, les arbres paraissaient de loin avoir passé par le feu.

L'*intensité électrique* allait sans doute en décroissant. Le premier groupe de maisons (Carroz, Chez Berger, Crêt-des-Lecoultre) a été rasé; le deuxième (Crêt-Meylan) a subi de très sérieux dégâts; le troisième (Campe) a été un peu moins éprouvé. Le quatrième groupe (les Mollards sur Chez Villard) a pourtant été détruit complètement par un dernier effort de la foudre. Dans les forêts de sapins, les effets électriques ne sont pas apparents, ce qui n'en sous-entend pas l'absence cependant.

Cette immense quantité d'électricité a eu peut-être une *action directrice,* sur les pièces de bois grosses et minuscules arrachées des maisons, et cela principalement dans le trajet à travers La Vallée. De la scierie du Bas-du-Chenit au Crêt-Meylan et de là au Campe, les champs étaient jonchés de ces fragments plantés dans toutes les directions ou couchés sur le sol.

Sur une superficie d'un are, à 200 m. de la maison la plus voisine et près de l'Orbe, j'ai compté 230 morceaux de bois gros et petits.

60 d'entre eux étaient plantés en terre de 4 à 50 cm. de profondeur, le plus petit pesant 1.7 gramme.

Comment expliquer que ces fragments, principalement les très légers, n'aient pas été transportés au loin, avec des milliers d'autres qu'on a retrouvés à 40 et 80 kilom. plus au nord? L'électricité aurait-elle dirigé ces *fléchettes* vers le sol où leur impulsion très grande les y aurait enfoncées, ou est-ce une disposition particulière de la base du tourbillon qui les a fait se planter en terre au lieu de s'élever dans l'atmosphère comme les autres débris?

2° *Division de la branche principale.* — La conformation du terrain a fait partir du tourbillon principal des *coups de vent* puissants ou des trombes collatérales ou secondaires sur la droite et sur la gauche.

La plus grande de ces ramifications est celle du Carroz. Elle a plus de 4 kilom. de longueur et s'écarte d'un kilomètre à l'est, car sa direction est franchement est-nord-est. Son bord droit traverse la colline de Pré-Rodet au-dessus des Crêtets du Bois-d'Amont et vient directement sur le poste de gendarmerie du Carroz. Le bord gauche part du bas du *bois du Carroz*. Cette bifurcation, minuscule en somme, se termine en pointe derrière la pisciculture du *Piquet*, tandis qu'au début sa largeur était de 800 m., déterminant un rélargissement considérable de la trace.

Rencontrant la belle forêt du Carroz, un joyau de la commune de Morges, cette trombe parasite s'épuisa en la détruisant, car de là à son point final on ne trouve plus que des arbres *démouchetés*, ou, les non sains, cassés à 1 ou 2 m. de hauteur, dégâts insignifiants.

La position des arbres du bois du Carroz indique un mouvement giratoire avec une région centrale plus ou moins calme, car quelques bouquets sont intacts ; mais, de là, ce ne fut plus qu'un coup de vent rectiligne, car les arbres et les débris sont couchés tous dans la même direction. Certainement les dégâts eussent été plus considérables sans l'obstacle offert par cette belle forêt si justement admirée.

Une autre bifurcation étroite et rectiligne s'écarte également de la droite à est-nord-est, un peu au-dessus des Mollards du Campe et va se perdre dans les sapinières des Esserts. Seuls, quelques arbres isolés, déracinés ou rompus, en signalent le passage. Son importance est relativement minime.

Nous avons cité les bifurcations de St-Claude et de Chaumont. M. Tardy nous en signale d'autres sur la gauche, près de Molinges et près de la gare de Lovans, sur les bords de la Bienne.

3° *Courants d'appel.* — On observe à gauche et à droite de la trace formée dans les forêts et en face de chaque point plus ou moins visiblement frappé par la foudre, des arbres abattus en groupe ou isolés, la cime dirigée contre l'axe de la trajectoire. Ceci peut aussi se voir dans les régions de la forêt où beaucoup d'arbres ont été abattus ensemble. Toujours leur direction est perpendiculaire au sens de translation.

Ils trahissent de brusques courants d'air centripètes appelés par la décharge électrique, ou par l'aspiration de la trombe, ou par le passage rapide du météore.

4° L'*aspiration* produite par le tourbillonnement rapide de

l'air a été remarquée par toutes les personnes qui se sont trouvées dans le météore. Elles ne pouvaient plus respirer ou bien elles durent se cramponner au sol, pour n'être point enlevées. Elle est prouvée par le transport de personnes (M. Bonnevaux et le vacher de la Branette) à 20, 100 et même 200 m.; par l'enlèvement des toitures; par celui des meubles, linges et papiers qui se trouvaient dans les étages supérieurs; par l'arrachement vertical d'une borne de champ (Chez Berger) pesant environ 60 kilog. et d'une pierre de 100 kilog. sur les Mollards (pièce Chez Trompette), borne et pierre dont le tiers et le quart seulement dépassaient le sol. Tous les débris trouvés dans le canton de Neuchâtel, dans celui de Mouthe et de Pontarlier, en font foi.

On peut encore voir un effet d'aspiration dans le singulier cas suivant, qui s'est répété plusieurs fois dans le trajet à travers La Vallée : Les rideaux des fenêtres se trouvent relevés et pincés entre les poutres du plafond et les parois; l'espace qui reste entre ces pièces de bois ne permet cependant pas l'introduction de la lame d'un couteau. On ne peut s'expliquer la chose qu'en admettant que le plafond ait été soulevé et que le rideau se soit insinué rapidement par l'espace libre, car le plafond est retombé de suite, retenant l'étoffe si fort qu'en la tirant à soi elle se déchire plutôt que de se dégager.

Etant donnée la position de la maison par rapport à l'axe du cyclone, il est difficile d'admettre que l'action aspiratrice ait seule agi, mais, grâce au concours de l'électricité, on peut comprendre l'instantanéité du fait. Dans la maison de M. L. Audemars, au Crêt Meylan, le lambrequin est si bien engagé entre le mur et le plafond qu'on peut le saisir dans la chambre de l'étage supérieur.

Cas douteux de l'aspiration : Quelques personnes qui se trouvaient dans la trajectoire et à des distances de 50 à 100 m. de l'Orbe, ont été subitement et très fortement mouillées. On peut voir là la chute de l'eau absorbée pendant la traversée de l'Orbe; mais on peut aussi expliquer ce fait par la condensation subite de la vapeur d'eau qui suit la décharge électrique.

5° *Le nuage en forme d'entonnoir* qui accompagne ce genre de météore a été vu des environs de Fribourg par M. A. Puenzieux, forestier, et d'Aigle, à 56 kilom. de distance, par M. Capré, député, rédacteur de la *Feuille d'Avis d'Aigle,* qui a bien voulu en faire un croquis, représentant exactement ce qu'il a observé dans la soirée du 19 août. C'est par l'illumination in-

cessante de l'atmosphère que ce nuage a été aperçu. Les éclairs étaient si nombreux qu'on croyait voir une succession de vagues ou d'ondes lumineuses passer devant les montagnes des Agittes.

Le centre du nuage était très noir, les bords plus ou moins confus se fondaient dans la clarté éblouissante de l'horizon. Cette observation a été faite à l'aide d'une longue-vue; elle nous a permis d'établir l'altitude approximative du tourbillon. (Pl. I.)

M. le professeur Ch. Dufour a bien voulu compléter nos calculs et ses résultats corroborent absolument nos prévisions.

D'Aigle le nuage paraissait à niveau de la Tour-de-Gourze et semblait planer au-dessus de Lapraz. Corrigeant l'altitude de la Tour, 928 m., de l'effet de la rondeur de la terre, 57 m., et ramenant à l'altitude d'Aigle, 419 m., j'établis une proportion entre l'inconnue et cette hauteur, 452 m. d'une part, et les deux distances horizontales Aigle-Lapraz, 57 km., et Aigle-Tour-de-Gourze, 27 km. d'autre part, j'obtiens 954. Pour trouver l'altitude de la partie supérieure du nuage, j'ajoute à ce nombre l'effet de la rotondité de la terre, 255 m., et l'altitude d'Aigle, et je trouve enfin 1628 m. C'est là, chacun le comprend, un à peu près; il serait inutile de chercher de l'exactitude dans l'observation de pareils phénomènes sans instruments de précision. Néanmoins, ce chiffre fixe notre idée. Nous entrevoyons la base du tourbillon cheminant entre 1500 et 1700 m., tandis que la *queue* se raccourcit ou s'allonge suivant le relief du sol.

Les personnes qui se sont trouvées dans la trajectoire n'ont pas vu la forme de l'ensemble des nuages. A St-Claude cependant une dame écrivait : « Nous voyons arriver un nuage noir ayant la forme d'un cône, bordé de larges bandes de feu »; d'autres ont vu de gros nuages noirs descendre des hauteurs de la Fraîte à 300 m. plus haut et sur lesquels se détachaient des traits et des flammes de feu. Dans la Vallée de Joux, on a vu également de gros nuages noirs s'avancer rapidement en roulant les uns sur les autres pêle-mêle.

Une poussière noire devait rendre plus obscur le tourbillon; tous les objets étaient recouverts d'une boue impalpable, caractéristique, une sorte de suie.

6° *Le bruit* accompagnant le météore a été comparé à un roulement de voitures fortement chargées ou d'un millier de tambours battant la générale, au vacarme que ferait une gigantesque

scie circulaire mordant une planche mal assujettie, à celui d'une très forte colonne de grêle donnant sur la forêt du Risoud.

Au Pont, on a entendu un immense *ouf!* Du Chalet Capt, L. Dufour, gendarme, m'écrit : Il semblait que nous entendions un bruit sourd comme celui d'une immense chute d'eau entendue d'une certaine distance.

J'attribue ce bruit à l'immense agitation de l'air, aux craquements des arbres, des charpentes et au choc des poutres tourbillonnant dans l'air, etc., etc.

Pour moi, qui me trouvais dans une chambre bien close, au Solliat, à 3 kilom. de distance, j'ai cru qu'un voisin rentrait en toute hâte un char de foin dans sa grange. Un roulement sourd et persistant et une succession de craquements d'intensité variable, telle est en somme l'impression générale. Quant à l'intensité de ce bruit, elle était telle que, me dit Mme Meylan-Luquiens, au Campe, je n'ai pas entendu le bruit occasionné par la chute d'une cheminée en maçonnerie dans la cuisine, à côté de la chambre où je me trouvais. Ma femme, qui travaillait sous le manteau de la cheminée de sa cuisine, au Sentier, à 1 kilom., a entendu un coup si fort, qu'elle s'est promptement retirée, craignant la chute de la cheminée.

7° *Vent latéral.* — Sur la droite de la trajectoire, rive droite de l'Orbe, le sud-ouest a été très violent; au Sentier, sur la gauche de la trajectoire, c'est un coup du nord-est (bise) qui a été ressenti; au Solliat, un tas de planches appuyées contre une maison a été abattu. Sur la droite, l'intensité pouvait être 3 ou 4, sur la gauche 2 ou 3. Partout le coup de vent a été instantané; un calme parfait a succédé. Aux Mines, à 300 mètres au-dessus du Solliat, les gendarmes signalent un calme parfait. Aux Piguet-Dessus, la bise (nord-est) avait une intensité égale à 3; au Chalet Capt, à 200 m. au-dessus, le sud-ouest (vent) avait 1 $^1/_2$ comme intensité (échelle anémométrique suisse de 0 à 5).

8° *Effets isolés.* — On observe au-dessus des Mollards du Campe des points isolés où les sapins sont déracinés ou brisés, les sommets dirigés au nord-nord-est; les hêtres sont restés en général debout. Ces effets s'observent ailleurs aussi, mais un peu en dehors de la trajectoire. A droite ils sont assez communs, à gauche ils sont rares. Là, les sapins sont déracinés ou cassés dans la moitié inférieure du tronc; ici, au contraire, ils ne sont que démouchetés.

Je m'explique ces faits par de brusques coups de vent partant

du pied du tourbillon par l'effet de la force centrifuge, comme la boue est projetée de la roue qui tourne rapidement. La configuration du sol et la disposition des massifs forestiers ont déterminé peut-être ces effets.

9° *L'élargissement de la trajectoire* se constate en face de chaque couloir, de chaque gorge, de chaque vallon. A la Rivière, au Creux d'Enfer, sur les bords de la Bienne principalement, les dégâts s'étendent sur une bien plus grande largeur ; aux Rousses-en-bas et sur les petits couloirs des Mollards et des Bioux-Dessus, dans la Vallée de Joux ; là, les arbres sont généralement couchés dans le sens de la plus grande pente. Celle-ci est souvent perpendiculaire à la direction de translation du météore.

Ce sont les couches inférieures du tourbillon aérien qui ont, pour ainsi dire, coulé; ou des coups de vent produits par elles qui sont descendus dans les bas-fonds en rasant tout sur leur passage.

IIIe PARTIE

Ce n'est point une théorie que renferme ce chapitre ; c'est la simple exposition de notre manière de comprendre le météore qui nous occupe, de relier en un tout les nombreuses observations faites après la mémorable soirée du 19 août 1890, observations que chaque visiteur a pu faire.

Nous avons trop souvent employé les mots *trombe, tornado,* pour qu'il soit nécessaire de dire en face de quelle sorte de phénomène nous sommes. Nous n'hésitons pas, nous n'avons jamais hésité à déclarer que la cause de tant de désastres est une *trombe terrestre.*

La *trombe,* plus justement appelée *tourbillon aérien,* par M. *C.-L. Weyher,* auteur d'une remarquable étude et de très intéressantes expériences [1], est un *phénomène secondaire* dû à *une* ou à *plusieurs forces premières créatrices* [2]. Nous ne voulons pas nous occuper de celles-ci ; faisons-en abstraction, après en avoir toutefois constaté l'existence.

Ce phénomène secondaire, considéré isolément, est une individualité qui a, comme telle, son origine, sa naissance, sa croissance, sa durée de pleine vie, sa décroissance, sa fin.

[1] Sur les tourbillons, trombes, tempêtes et sphères tournantes. — Etude et expériences par C.-L. Weyher. Gauthier-Villars, Paris, 1887.

[2] Dont la principale serait l'électricité atmosphérique.

Représentons-nous qu'une masse d'air soit mise en mouvement autour d'un axe de rotation, à une certaine hauteur dans l'atmosphère. Qu'arrive-t-il ?

La force centrifuge, développée par la rotation, jette l'air du centre à la périphérie et forme une enveloppe d'air condensé ; celle-ci, plus lourde à cause de sa densité, s'abaisse et, dans son mouvement, dessine un tourbillon. De même le fil d'acier qu'on enroule sur un axe forme un ressort à boudin. L'axe de rotation sera vertical si le tourbillon est immobile ou si toutes ses parties se meuvent avec la même vitesse ; il sera oblique ou sinueux dans les cas contraires. La pression y sera moindre qu'une atmosphère ; autour, au contraire, la pression sera supérieure.

A cet abaissement des couches de rotation, ajoutons aussi l'entraînement des couches inférieures qui, insensiblement ou brusquement, se meuvent avec la même vitesse et nous comprendrons l'allongement de notre tourbillon par le bas.

Il peut se faire que les spires rencontrent le sol par suite de leur extension ou d'une élévation de celui-ci ; elles le balayent alors dans leur mouvement giratoire. Après avoir décrit à peu près sa giration, *la spire inférieure* se trouve, par suite de la translation, au bas du noyau central. Elle s'élève alors rapidement dans cette cheminée d'appel. Les traces laissées sur le sol rappellent vaguement une succession de chiffres 6 mal tournés (ϭϭϭϭϭ).

Enfin l'énergie du mouvement rotatoire vient-elle à diminuer, les spires inférieures cessent de tourbillonner, retardant, dans une certaine mesure, par cet arrêt, les couches supérieures. Le phénomène disparaît graduellement.

Tandis que la base supérieure a suivi invariablement la direction qui lui a été imprimée lors de sa formation, — ce que prouve la rectitude de la marche générale du phénomène, — la partie inférieure de la trombe s'est infléchie, allant de ci, de là, marquant sur le sol une trajectoire polygonale. On reconnaît, cependant, dans ce balancement capricieux, que la voie choisie est celle de moindre résistance : flancs occidentaux des collines, les derniers réchauffés par les rayons solaires, édifices élevés, constructions métalliques. Ainsi donc le chemin de terre se trouvait être tracé d'avance.

Qu'on nous permette une comparaison simple et frappante : la tête d'un éléphant nous représente la partie supérieure, importante et puissante du tourbillon aérien ; la *trompe* figurera alors

la *partie inférieure* du météore capable de s'allonger, de se raccourcir, de s'infléchir dans tous les sens, d'aspirer et de presser selon les conditions locales.

* * *

Nous pouvons donc reconnaître cinq phases successives dans la marche de notre tourbillon : 1° *Phase de formation ;* 2° *Phase de croissance ;* 3° *Phase de pleine énergie ;* 4° *Phase de décroissance ;* 5° *Phase de disparition.*

* * *

Phase de formation. — Après plusieurs chaudes journées, caractérisées par des inversions des températures nocturnes, par un vent très violent et tenace, par un état électrique tout particulièrement rare, le tourbillon aérien a pris naissance à une altitude approximative de 1500 à 1700 mètres.

Sur terre, à plus d'un millier de mètres au-dessous, cette phase s'est trahie par des coups de vent violents, brusques, qui ont brisé des branches d'arbres, abattu des cheminées, dans une zone assez vaste du département de l'Ain : Neuville, St-Martin, Rignat, Revonnas, Serrières, etc., ont été les localités éprouvées.

* * *

Phase de croissance. — Le tourbillon grandit, grossit, s'allonge, *pousse sa trompe*, tout en cheminant vers le nord-est. Le sol, de plus en plus élevé, hâte son contact avec cette gigantesque vrille. Elle l'atteint au moulin Gruet (560 m.), au sud d'Oyonnax, elle le quittera à Croy, 650 m.. Sur un parcours de 6 kilomètres, la trace, formée d'arbres abattus, de toitures enlevées, est étroite et interrompue. La trompe, incomplètement formée, ne fait que raser la terre et encore n'est-ce que par intermittence. Sur les localités basses, quelques coups de foudre ont été observés.

* * *

Phase de pleine énergie. — Du col de Larie (8-900 m.) au Campe (1020 m.), le mouvement giratoire s'accuse de mieux en mieux ; la largeur de la trajectoire est maximale. Les phénomènes électriques intenses et très nombreux atteignent leur paroxysme à St-Claude, aux Arcets-la-Rivière, dès les Rousses au Campe. Les dégâts sont considérables dans les villes, dans les villages, dans les habitations isolées. Là, on remarque ces effets

d'arrachement, de transport, d'enlèvement des mobiliers, de toitures, d'arbres, de personnes même, et jusqu'à une pluie de petites pierres et de poussière. C'est bien la phase la plus puissante ; c'est elle qui a fait des victimes.

Maintenant le tourbillon a acquis tout son développement ; sa pointe ne cessera de balayer la terre qu'à 54 kilom. plus loin. Le sol, très accidenté, s'exhaussant de plus en plus, semble offrir au météore une résistance grandissante.

Après avoir heurté le Mont-Champoux au sud de St-Claude, le Mont-Fier au sud des Arcets, y avoir abattu tout ce qui se trouvait sur son passage *(effets mécaniques),* la trompe pouvait immédiatement s'allonger de 200 à 300 mètres au-dessus des profondes gorges où ces localités sont construites. Cet allongement brusque, cet *entraînement instantané des couches d'air inférieures,* amenait une tension électrique considérable qui a produit les *effets électriques* énergiques que l'on sait.

Dans la vallée de Joux, une partie de la trompe passait sur la hauteur en abattant les forêts de la Combe-du-Vert, du Risoux et de Mésery ; l'autre partie planait au-dessus du flanc et du pied de la colline, où sont situés les hameaux des Rousses d'Amont, du Vivier, du Bois-d'Amont, du Carre et du Crêt-des-Lecoultre. La première moitié produisait surtout des effets mécaniques, la seconde surtout des effets électriques. (Pl. III, fig. 2.)

La largeur de la trajectoire prouve le grand diamètre des girations. La reconnaissance certaine des trois zones — *dangereuse, calme* et *maniable* — permet de dire que le noyau central à basse pression touchait aussi le sol. Alors, tout ce qui se trouvait sur le passage de cette gigantesque cheminée d'appel, était immédiatement enlevé et lancé dans les airs. Arrivés à l'extrémité supérieure de l'axe de rotation, soit au haut de la cheminée, les corps légers furent, sans plus de doute, emportés par le vent général qui soufflait du sud-ouest. Ainsi s'explique le transport des débris : ceux de St-Claude, à Pontarlier ; ceux de La Vallée, à Neuchâtel. Les plus lourds — feuilles de zinc, lambris, poutrelles, — ont été trouvés sur la trajectoire, comme s'ils n'avaient pu quitter le tourbillon et qu'ils soient retombés sur son chemin.

Dans cette phase, on observe aussi une concordance parfaite entre les nombreux courants d'appel latéraux dus aux décharges électriques, au passage du météore et au contact du noyau central et de la terre d'une part, et les fréquentes preuves de l'exis-

tence momentanée de ces courants à gauche et à droite de la trajectoire d'autre part.

* * *

Phase de décroissance. — Elle s'étend du Campe à Croy sur 20 kilom. et comprend une région ascendante du Campe aux Croisettes avec rélargissement de la trajectoire, et une région descendante avec rétrécissement de la trajectoire. Les girations sont encore nettement dessinées par la direction des arbres abattus. La trace constitue une vraie allée percée à travers les forêts. Les trois zones sont très caractéristiques. Les phénomènes électriques ne se sont manifestés qu'au début, sur les Mollards ; les effets mécaniques restent seuls.

La *trompe*, qui avait brusquement passé d'un versant à l'autre de la vallée, par dessus le Crêt-Meylan, doit se raccourcir de plus en plus. La montagne, prise en écharpe, pénètre toujours davantage dans le tourbillon ; conséquences : trajectoire plus large, destruction plus parfaite, preuve en soit la razzia de 800 mètres de large dans le Bois à Ban.

Des Croisettes, point culminant de cette longue route, à Croy, on constate d'une manière indiscutable un relâchement progressif de la force destructive du tornado. Où en est la cause ? Pour n'être point absolu, nous la verrons à la fois dans l'immense déperdition de force vive de la *trompe* qui venait de heurter tant d'obstacles, dans l'abaissement assez rapide du sol, mais surtout dans l'affaiblissement progressif de l'énergie fondamentale du tourbillon. Sans ce fait, qui nous paraît naturel puisque le météore est un épiphénomène, nous aurions dû voir réapparaître les manifestations électriques intenses de St-Claude, des Arcets, etc., où la trompe a pu rapidement s'allonger.

Les derniers dégâts à Croy représentent le dernier effort des couches extra-supérieures sur les couches d'air inférieures pour les entraîner dans leur rapide mouvement giratoire et de translation. Au-delà, la *trompe* a quitté le sol et, pour employer toujours notre comparaison imagée, se contracte et retourne vers la tête de l'éléphant.

* * *

Phase de disparition. — De Croy au lac de Constance, nous ne trouvons plus une trace continue semblable. Un vent très puissant, puisqu'il a encore brisé des arbres aux environs de Grandson, a soufflé sur une zone large d'abord, puis étroite, et

très allongée. A l'orage, qui a été de très courte durée, a succédé une grêle dont l'intensité de chute et la grosseur des grêlons allaient en diminuant, comme le vent.

En résumé, le passage de la trombe du 19 août a causé : 1° Un *orage;* 2° Un *ouragan* d'une intensité extraordinaire et dont le souvenir sera inoubliable dans notre pays ; 3° Un second *orage;* 4° Une *colonne de grêle.*

* * *

Il convient de rappeler, avant de terminer, que *notre trombe* se rattache à toute une série de perturbations atmosphériques, aussi bien que la trombe de Dreux du 18, les remarquables *seiches* du lac de Genève du 20, les nombreux orages de la même journée et de la saison.

Cette monographie n'est donc qu'un chapitre de l'étude de ces perturbations. C'est cette étude qui pourrait donner quelques vues *sur la ou les causes* qui ont déterminé la formation de cette trombe.

EXPLICATION DES PLANCHES

Pl. I. — Aspect d'un nuage conique vu à l'aide d'une longue-vue par M. J. Capré, d'Aigle.

Pl. II. Fig. 1. — Profil du sol sur lequel a passé la trombe.

Fig. 2. Coupe transversale de la Côte-au-Maître, montrant l'effet du courant d'appel, celui d'un courant centrifuge et celui de la trombe sur l'une des maisons du Bas-du-Chenit.

Fig. 3. — Coupe montrant la disposition des débris et fléchettes dans la partie étroite de la trombe et sur les bords de l'Orbe.

Fig. 4. — Coupe transversale de la côte des Mollards du Campe, un peu au couchant de la forêt. La flèche placée sur la maison indique la direction suivie par les débris des toitures des premières maisons du hameau. Sur le flanc de la colline, quelques arbres sont intacts; au sommet, les arbres sont abattus et le toit du chalet de la Chirurgienne s'est affaissé sur les murs écroulés.

Pl. III. Fig. 1. — Coupe de la trajectoire à la frontière. A gauche effet d'appel et courant en retour de la zone maniable; au sommet de la colline, abatis complet dirigé vers le NE; sur le versant sud on voit un îlot de fayards debout aux feuilles perforées; au pied, les sapins sont couchés, le sommet dirigé légèrement contre la colline. Au centre, l'Orbe. A droite, les sapins renversés du bois du Carroz avec le poste de gendarmerie suisse. Comme dans toutes les figures les flèches indiquent la direction des arbres, des débris, des courants d'air.

Fig. 2. — Coupe de la colline en aval du bois d'Amont. A gauche, abatis d'arbres; au versant sud fayards debout, mais foudroyés; à droite, les maisons foudroyées.

Pl. IV. — Chemin du Crêt-des-Lecoultre à la ferme de la Fontaine du Planoz. Les flèches indiquent la direction du tourbillon et des arbres abattus.

Pl. V. — Carte de la région traversée par la trombe et zones des débris.

La photographie du Bois-à-Ban, dont nous devons la reproduction ici à la bienveillance de M. le Chef du Département de l'agriculture et du commerce, permet de se faire une faible idée de ce que sont les forêts de sapins traversées par la trombe.

L. Gauthier del.

E Eclairs continus.
N Nuage.
+ Tour de Courze.
× Lausanne.

Aspect du Nuage conique vu d'Aigle par M. J. Capré.

Fig. 3.

rtie étroite de la trajectoire en Y

échelles, etc., plantées en terre

NE

Orbe

150

200

1400

1300

1200

1100

1000

900

800

700

600

500

400

300

Fort du Risoux

Chalet Pr

Crépillon

Sur Bois d'Amont

Côte de Pré

apraz

en Rauven

Envy

Croy 650 m.

ctoire du Tornado

ûn 1890

ux distances = $\frac{1}{20}$

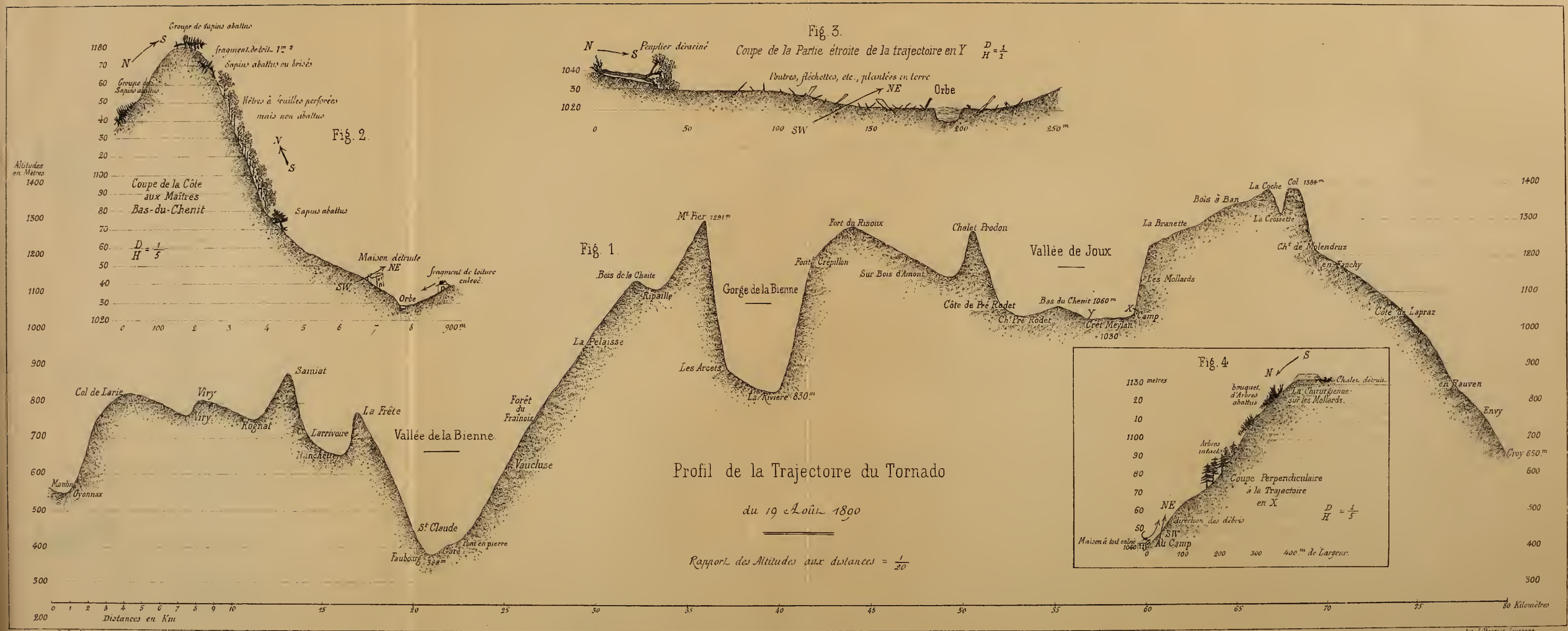
45

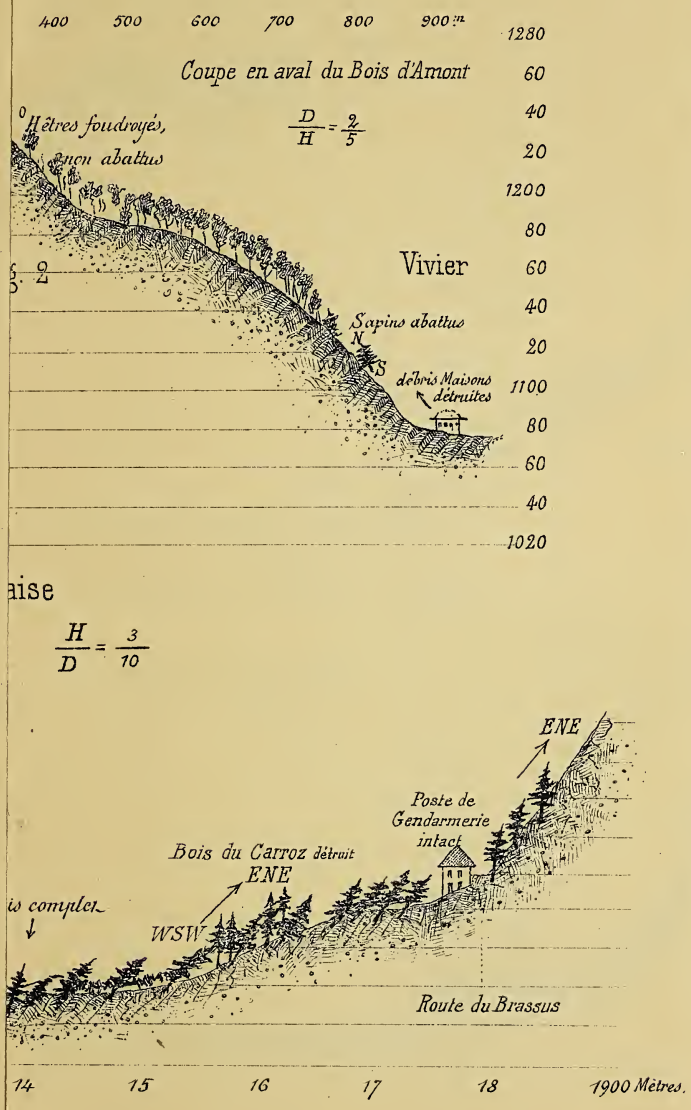
50

75

80 Kilomètres.

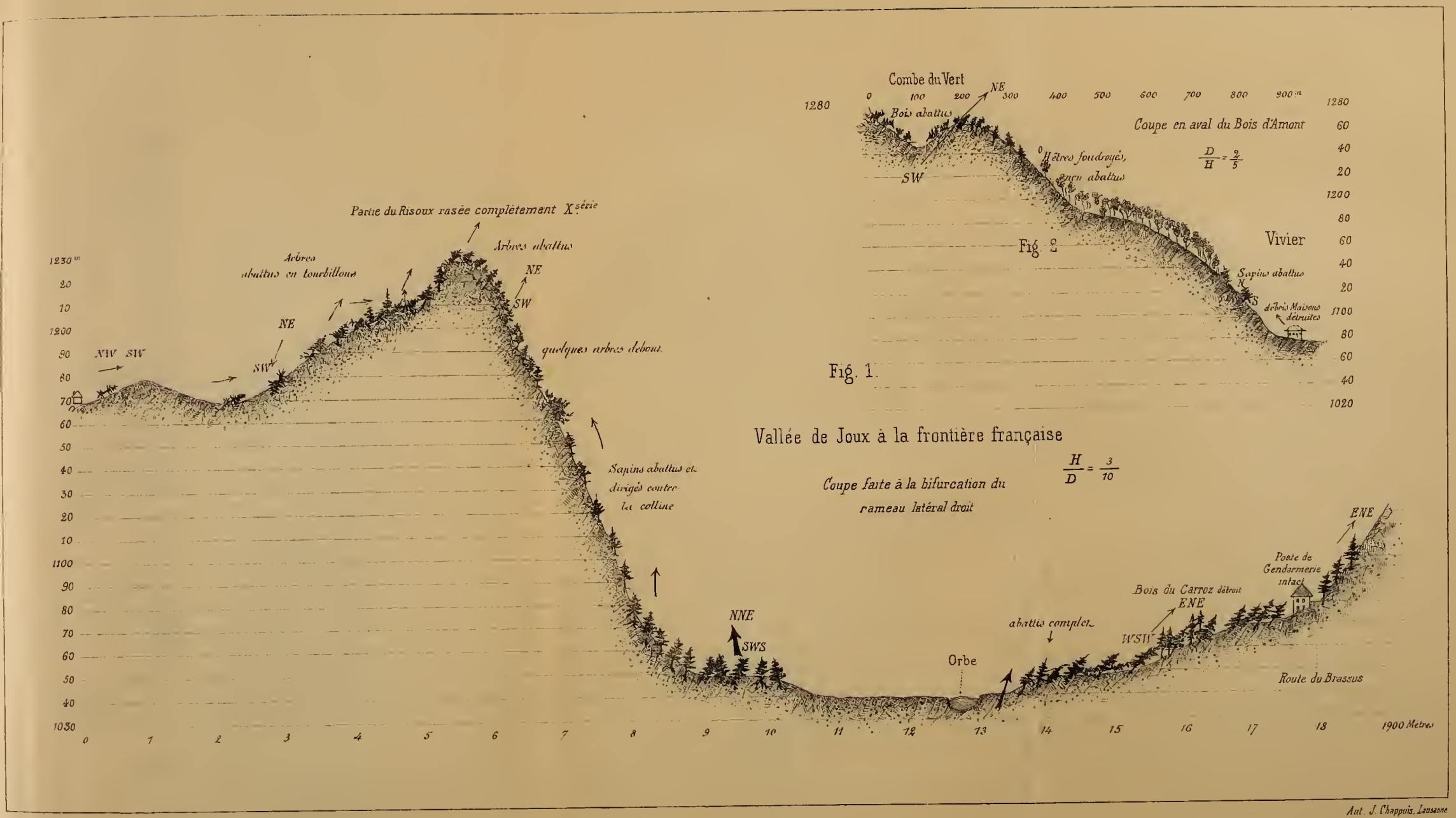
Aut. J. Chappuis, Lausanne.


Profil de la Trajectoire du Tornado
du 19 Août 1890
Rapport des Altitudes aux distances = 1/20
Fig. 1.
Fig. 2.
Coupe de la Côte aux Maîtres Bas-du-Chenit
D/H = 1/5
Groupe de Sapins abattus
fragment de toit 1m²
Sapins abattus ou brisés
Hêtres à feuilles perforées mais non abattus
Sapins abattus
Maison détruite
Fragment de toiture enlevé.
Orbe
Fig. 3.
Coupe de la Partie étroite de la trajectoire en Y
D/H = 1/1
Peuplier déraciné
Poutres, fléchettes, etc., plantées en terre
Orbe
Fig. 4
Coupe Perpendiculaire à la Trajectoire en X
D/H = 1/5
Chalet détruit
La Chirurgienne sur les Mollards
Bouquet d'Arbres abattus
Arbres intacts
Direction des débris
Maison à toit enlevé
Au Camp
400m de Largeur
Altitudes en Mètres
Distances en Km
Kilomètres
Gorge de la Bienne
Vallée de la Bienne
Vallée de Joux
Mt Fier 1291m
Gorge de la Bienne
La Rivière 830m
Les Arcets
La Pelaisse
Bois de la Chaite
Rupaille
Forêt du Frainois
Vaucluse
St Claude
Faubourg
Pont en pierre
Gare
Col de Larie
Mouhin
Gyonnax
Viry
Samiat
Rognat
Larrivoire
La Frête
Manchette
Font Crépillon
Fort du Risoux
Sur Bois d'Amont
Chalet Prodon
Côte de Pré Rodet
Ch. Pré Rodet
Bas du Chenit 1060m
Crêt Meylan 1030
Les Mollards
La Branette
Bois à Ban
La Coche
Col 1384m
La Croisette
Ch. de Molendruz
en Fuchy
Côte de Lapraz
en Rauven
Envy
Croy 650m
L. Gauthier, del.
Aut. J. Chappuis, Lausanne.



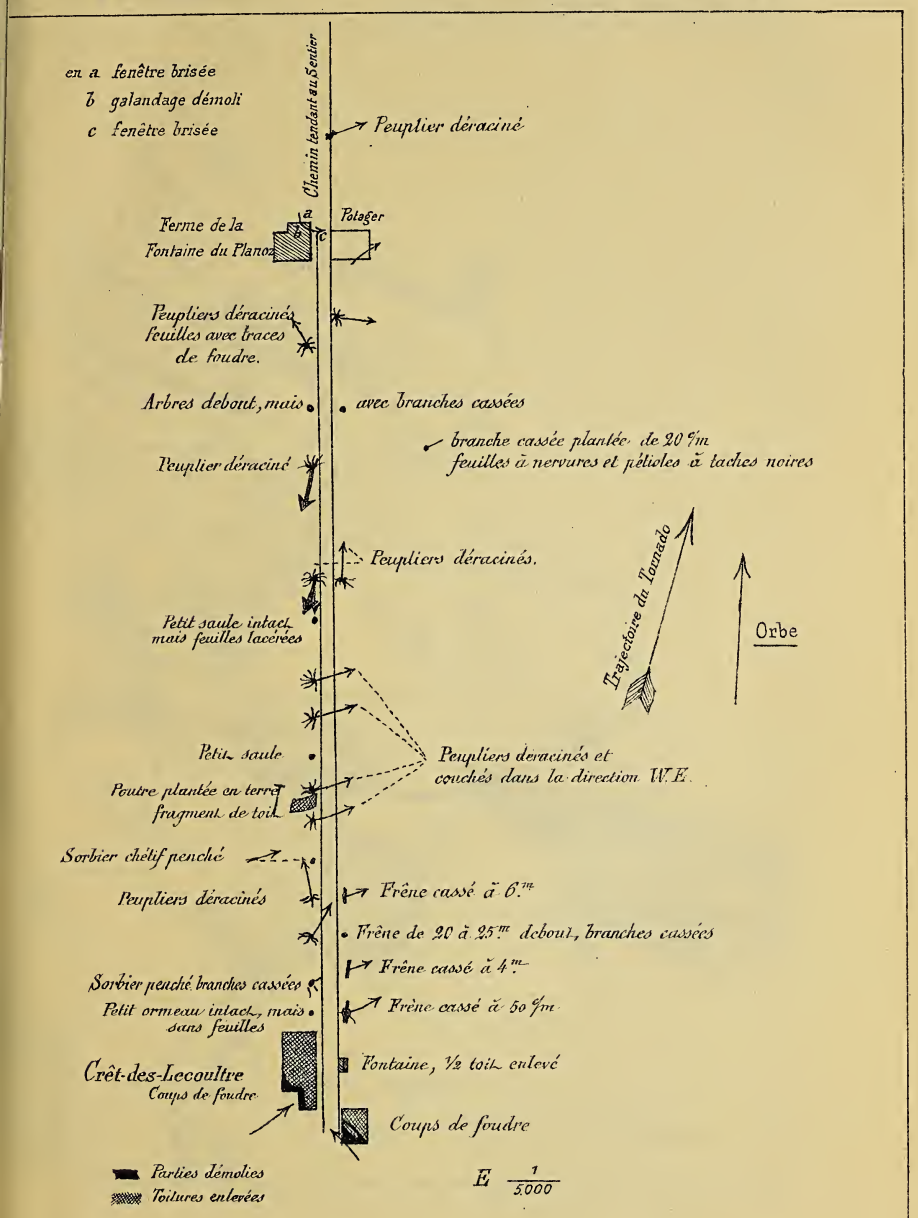
L. Gaut

Aut. J. Chappuis, Lausanne



L. Gauthier, del.

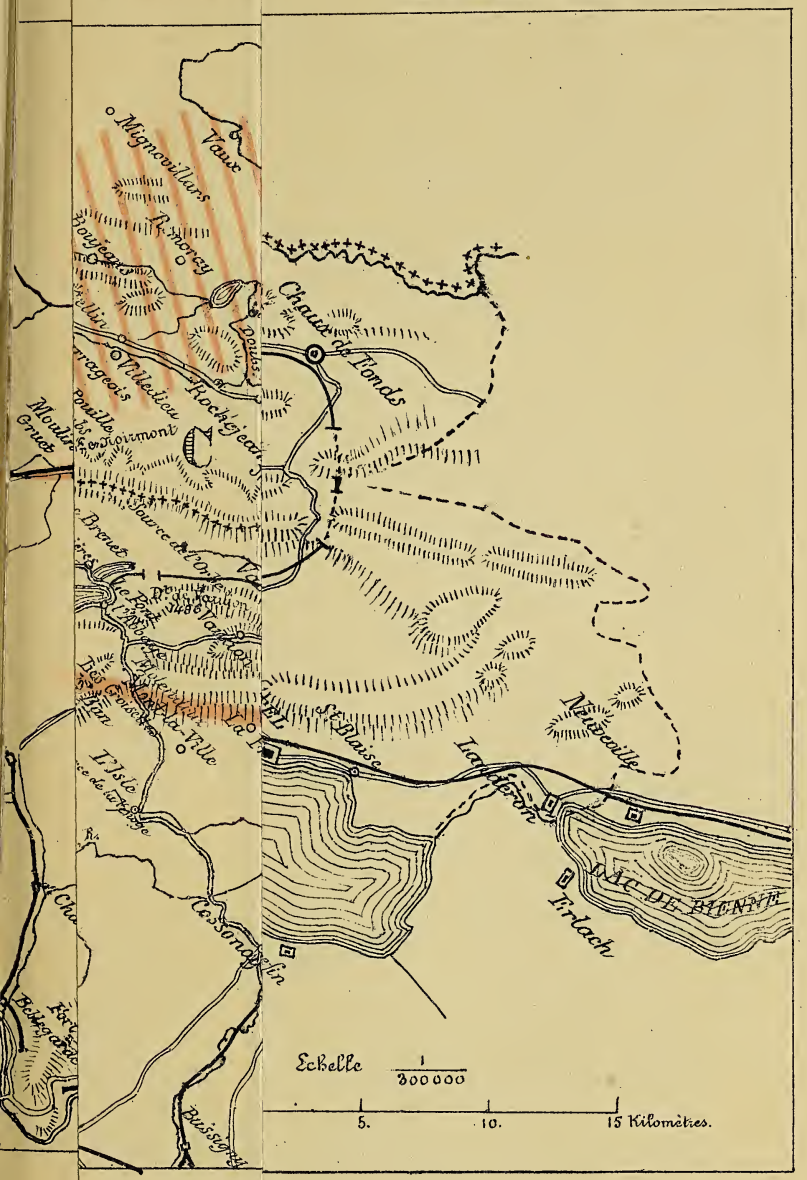
Aut. J. Chappuis, Lausanne



Positions des Arbres sur le Chemin du Crêt-des-Lecoultre au Planoz, à gauche de la Trajectoire.

L. Gauthier, del. Aut. Chappuis, Lausanne.

n Trombe


Mignovillars
Vaux
Chaux de Fonds
Villedieu
Rochejean
Moulin Gruet
Source de l'Orbe
St Blaise
Landeron
Nouveville
LAC DE BIENNE
Erlach
Cossonaflin
Bussigny
Echelle 1/300000
5.
10.
15 Kilomètres.

Parcours de la Trombe et Zônes des débris.

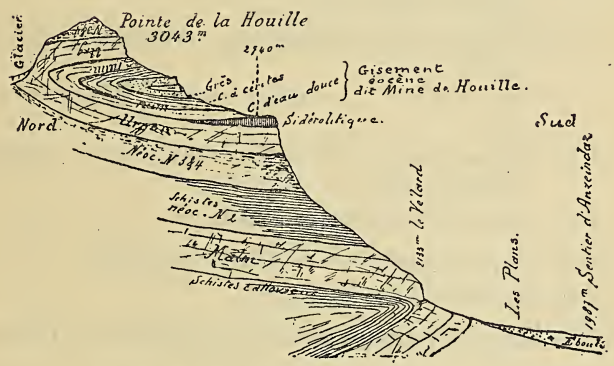
ENVAHISSEMENT GRADUEL

DE LA

MER ÉOCÉNIQUE AUX DIABLERETS

PAR

E. RENEVIER, prof.



Profil N-S des Diablerets, 1/25 000

Dans ma *Monographie des Hautes-Alpes vaudoises,* récemment publiée (Matériaux Cart. géol. Suisse, 16e livr.), j'ai donné à la page 375 la coupe suivante du gisement fossilifère éocène des Diablerets, dit *Mine de houille,* à partir du haut :

Mètres.

t. 45.— *Grès nummulitique*, formant une paroi abrupte et inaccessible, d'environ 45 m. de hauteur, qui domine le gisement.

s. 1.20 Calcaire grumeleux foncé, avec *Cardium Rouyi*, polypiers, etc.

r. 1.50 Calcaire analogue, fossilifère, avec *Natica Vulcani*, etc.

Mètres.

q. 2.— Calcaire schistoïde, à *Miliolites* blanches et fossiles noirs.

p. 4.— Grès calcaire dur, gris foncé, scintillant, formant paroi.

o. 3.50 Marno-calcaire schistoïde noir, sans fossiles visibles.

n. 1.— Calcaire schistoïde, plus dur avec *Cardium*.

m. 2.— Marno-calcaire schistoïde, plus tendre.

l. 0.50 Banc calcaire dur, avec *Cardium*.

k. 2.— Marno-calcaire schistoïde.

i. 1.— Calcaire à *Miliolites* blanches, faisant saillie.

h. 2.— Marno-calcaire schistoïde, assez fossilifère, avec petites *Natica*, etc.

g. 7.— Couches marno-schisteuses, recouvertes d'éboulis épais.

f. 1.— Banc saillant, de calcaire noir, à *Miliolites* blanches.

e. 3.— Marno-calcaire très fossilifère, avec *Cerithium Diaboli*, etc.

d. 4.50 *Anthracite* terreux et schisteux.

c. 2.50 Calcaire noirâtre à *Limnæa longiscata*.

b. 2.50 Marne à *Chara helicteres*.

a. 25.— Grès sidérolitique jaunâtre, reposant sur l'Urgonien.

Lorsque je mesurai cette coupe en 1888, je ne pus pas m'arrêter longtemps à rechercher les fossiles couche par couche, pour me rendre compte de leur distribution. Je constatai seulement qu'en dessous du banc anthraciteux il y avait des fossiles d'eau douce, et au-dessus des fossiles marins. J'avais l'impression que la répartition de ces derniers devait être assez uniforme dans les couches **f** à **s**. Il me paraissait, d'autre part, que la couche **e**, la seule qui m'eût fourni *Cerithium Diaboli*, devait avoir un caractère plus saumâtre (p. 376 et 511).

Pour élucider cette question d'une manière plus complète, je chargeai PHILIPPE CHERIX, de Fenalet (fils de mon ancien pourvoyeur de même nom), qui m'avait accompagné dans cette course et m'avait aidé à mesurer la coupe, de retourner sur les lieux et d'y récolter des fossiles dans chaque couche successivement, en y consacrant le temps nécessaire.

Malheureusement cette recherche ne put être effectuée en 1889, soit à cause du temps, soit à cause des occupations du montagnard, de sorte que je dus me passer de ces renseignements lors de la publication de mon texte. J'y avais renoncé, et je n'y pensais plus guère lorsque je reçus, en octobre 1890, un petit sac de fossiles récoltés selon mes instructions.

Voici les fossiles que j'ai pu constater dans les divers paquets numérotés par couche. J'indique le nombre des échantillons recueillis dans chacune, pour marquer aussi bien que possible leur fréquence relative.

Couche s. — *Cardium Rouyi,* 7 ex.; polypiers, 6 ex., probablement tous *Trochosmilia irregularis.*

» **r.** — *Diastoma costellata,* 3 ex.; *Turritella sulcifera,* 1 ex.; *Cardium Rouyi,* 5 ex.; polypiers, 2 ex.

» **q.** — *Diastoma costellata,* 1 ex.; *Card. Rouyi,* 5 ex.

» **p.** — Rien.

» **o.** — Rien.

» **n.** — *Diastoma costellata,* 1 ex.; *Card. Rouyi,* 6 ex.; *Trochosmilia irregularis,* 1 ex.

» **m.** — *Cardium Rouyi,* 8 ex.

» **l.** — *Diastoma costellata,* 1 ex.; petite *Natica,* 1 ex.; *Card. Rouyi,* 5 ex.; *Psammobia pudica,* 1 ex.

» **k.** — *Diastoma costellata,* 2 ex.; *Lucina Vogti,* 1 ex.; *Card. Rouyi,* 3 ex.; polypier, 1 ex.

» **i.** — *Diastoma costellata*, 1 ex.; petite *Natica*, 1 ex.; *Card. Rouyi,* 5 ex.; *Anomya tenuistria,* 1 ex.

» **h.** — 1 tige de gros fucoïde ?

» **g.** — Rien.

» **f.** — *Cerithium Diaboli,* 1 ex.; petite *Natica,* 1 ex.; *Cardium Rouyi*, 2 ex.

» **e.** — *Cerithium Diaboli,* 7 ex.; *Natica Picteti,* 1 ex.; petites *Natica,* 10 ex.; *Card. Rouyi,* 4 ex.

» **d.** — Anthracite sans fossiles distincts.

» **c.** — *Limnæa longiscata,* abondantes.

» **b.** — Graines de *Chara helicteres*, abondantes.

» **a.** — Grès sidérolitique, sans fossiles.

Ces nouveaux documents viennent confirmer et compléter mes appréciations précédentes. Les couches a, b, c, d ont été évidem-

ment formées dans une nappe d'eau douce, sans doute de peu d'étendue, qui a fini par devenir une tourbière. Les eaux marines ont envahi la contrée immédiatement après.

Le caractère saumâtre ne paraît pas très accusé dans ce gisement; il l'est bien davantage au Vélard, à la Cordaz et à la Vire-d'Argentine. Toutefois, comme le gisement des Diablerets, sur un ensemble d'une centaine d'espèces, a aussi fourni quelques types saumâtres *(Melania semi-decussata, Nerita tricarinata, Cyrena antiqua, Cyrena Sirena,* etc.), il paraît probable que ces coquilles provenaient des couches e, f, où se trouve *Cerithium Diaboli*, que je serais tenté de considérer comme un *Potamides,* également saumâtre. Autrement je ne comprendrais pas que cette espèce, ici si abondante, fût limitée à ces deux couches.

A partir de la couche i, tout le haut de la coupe paraît plus franchement marin, et les espèces y sont plus uniformément réparties. Toutefois *Cardium Rouyi* et *Diastoma costellata*, qui y sont évidemment les types les plus abondants, n'indiquent pas encore des eaux très salées. La salure des eaux paraît avoir été en augmentant graduellement depuis le dépôt de la couche k, où se trouve le premier polypier, jusqu'à la couche s où ils deviennent beaucoup plus fréquents.

Pour un gisement d'un accès aussi pénible, et où les recherches détaillées de cette nature ne pourront se faire que très rarement, il m'a paru qu'il ne fallait négliger aucun renseignement. C'est pourquoi j'ai tenu à publier celui-ci à titre de supplément à ma monographie.

ORIGINE ET AGE

DU GYPSE ET DE LA CORNIEULE DES ALPES VAUDOISES

PAR

E. RENEVIER, prof.

Ces deux questions ont été assez souvent traitées, dans le Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, d'une manière absolument contraire à mon point de vue, pour que je me croie autorisé à exposer ici les conclusions auxquelles je suis arrivé par mes longues études dans cette région. Je le ferai en reproduisant l'un des chapitres de ma récente *Monographie des Hautes-Alpes vaudoises* [1], auquel j'ajouterai quelques développements nouveaux.

Dès 1864, au plus tard, j'ai professé que les gypses, les cornieules, le sel gemme, etc., s'étaient formés par *précipitation chimique* dans des nappes aqueuses. Ce mode de formation est maintenant si généralement admis, qu'il serait inutile de le démontrer encore, si notre région alpine n'eût été le point de départ des vues contraires de MM. C. BRUNNER, S. CHAVANNES, DE TRIBOLET, etc. [2]

Pour ces auteurs, les gypses et cornieules de nos Alpes sont le produit d'*altérations épigéniques* postérieures, sur toutes sortes de terrains, par des émanations gazeuses, le long des lignes de fracture du sol. [Bull. vaud. XII, p. 114.] M. CHAVANNES ne s'est pas contenté de faire provenir nos gypses de l'*action de l'anhydride sulfureux sur les calcaires*, mais il est allé jusqu'à admettre la même transformation pour *des schistes, des grès* et *des conglomérats* du Flysch! [Bull. vaud. XII, p. 465.]

Je crois donc nécessaire de montrer que l'étude attentive de cette région bouleversée, bien loin de favoriser de semblables

[1] Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse, 16e livraison, 1890.

[2] BRUNNER. Archives des Sciences. Genève, 1852, XXI, p. 5.
CHAVANNES. Bull. vaud. Sc. nat., XII, p. 109, 465, 478; XIII, p. 466; XIV, p. 194; XV, p. 204.
Id. Acta. Soc. helv. Sc. nat., 1876, p. 49; 1878, p. 57, 215.
DE TRIBOLET. Vierteljahrs. Naturf. Ges. Zurich, 1878.

hypothèses, leur est absolument défavorable, et fournit de nombreux arguments aux vues opposées, qui sont nées de l'étude de bassins salifères réguliers, comme celui de Stassfurt, par exemple.

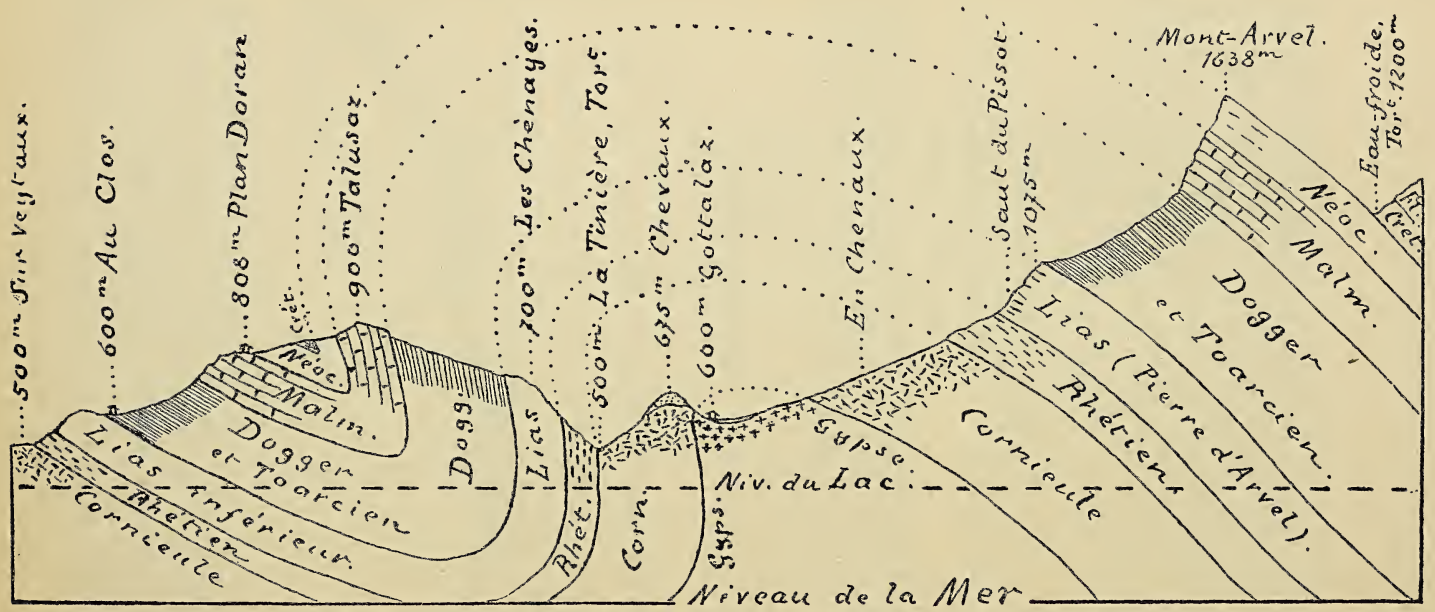
Voici les arguments qui me paraissent établir, d'une manière incontestable, l'*origine sédimentaire, simultanément hydro-chimique et mécanique* de nos gypses, cornieules et calcaires dolomitiques alpins.

Stratification. — Nos gypses sont clairement stratifiés, je l'ai montré dans la description de la contrée [Monogr. p. 85, etc.], et mes prédécesseurs l'avaient reconnu avant moi. On trouve la constatation de ce fait dans les travaux de STRUVE, DE CHARPENTIER, etc. M. CHAVANNES lui-même a bien dû en convenir [Bull. vaud., XII, p. 112 et 119], mais il attribue cette stratification aux calcaires préexistants, qui auraient été, selon lui, *gypsifiés*. Il invoque, à l'appui de cette idée, les inclusions calcaires ou argileuses, parfois lenticulaires, qui existent dans le gypse. Pour lui, ce sont des débris de la roche primitive, non entièrement transformée. — J'y vois, au contraire, des interstratifications sédimentaires, accompagnant la précipitation hydrochimique du gypse.

La cornieule est aussi stratifiée. Parfois cela est moins évident lorsqu'elle est vacuolaire, surtout dans de petits affleurements; mais sur des masses d'une certaine étendue, la stratification est souvent très apparente.

Elle est surtout démontrée par les alternats de roches différentes en superposition régulière, comme je l'ai constaté, par exemple, dans le ravin du Verne [Monogr., p. 116]. Parfois on voit des lambeaux de cornieule interstratifiés dans le gypse, ou inversement des lentilles de gypse dans la cornieule. Ceci s'explique aisément, à mon point de vue, par une différence momentanée dans la concentration de la nappe d'eau. Dans l'hypothèse épigénique, au contraire, quel serait l'agent capable de transformer un calcaire, partie en gypse, partie en dolomie?

Position stratigraphique. — Il est vrai que parfois les terrains en question apparaissent près des lignes de rupture, parce que l'érosion a profité de celles-ci pour les dénuder, mais ce fait est bien loin d'être général. Souvent, au contraire, on voit le gypse et la cornieule recouverts normalement par une série sédimentaire régulière.



NW. Fig. 1. — Coupe de l'anticlinal de la Tinière. — Echelle horiz. et vertic. $^1/_{25\,000}$ SE.

Au-dessus de Villeneuve, par exemple, se trouve un affleurement ellipsoïde de gypse dans le fond d'une voûte rompue, surmonté de Cornieule, de Rhétien fossilifère et de Lias (Fig. 1).

Au Lac de Rétau [Monogr., p. 114] on constate, avec un plongement N de 25° à 35°, la superposition régulière du Toarcien sur la Cornieule et le Gypse (Fig. 2).

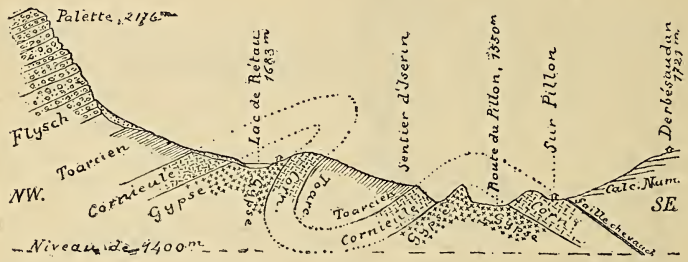


Fig. 2. — Profil par le lac de Rétau et le col du Pillon. — Echelle $^1/_{25\,000}$.

A Vozé, au pied des Diablerets, j'ai constaté la superposition normale des terrains suivants :

Callovien fossilifère.
Dogger avec *Belemnites*.
Cornieule.
Gypse.

Enfin à Arbignon, sous la Dent-de-Morcles, j'ai fait voir à la Société géologique suisse [Monogr., p. 135, 153] les terrains suivants, en superposition régulière et presque horizontaux :

Calcaire sinémurien.
Lumachelle rhétienne.
Schistes foncés, alternant avec
Calcaire dolomitique blanchâtre.
Cornieule.
Terrain houiller fossilifère.

Je m'en tiendrai à ces quatre exemples, qui me paraissent suffisamment probants. Dans les trois premiers cas, le gypse forme la base de la série, parce que l'érosion ne va pas plus profond ; dans le quatrième il n'y a pas de gypse, parce que, faute d'une condensation suffisante des eaux, il n'en a pas été déposé ; mais là il y a interstratification évidente de la cornieule, entre le Lias et le Carbonique.

Masse et étendue. — Les arguments précédents sont moins applicables à notre *Région salifère*, où la stratification est parfois peu nette et la position stratigraphique moins facile à constater. Mais, outre qu'on ne peut guère supposer que le gypse et la cornieule y aient une autre origine que dans les régions voisines, l'extension même et la masse énorme qu'y présentent ces terrains, me paraît un argument péremptoire contre l'hypothèse d'un métamorphisme épigénique.

Du Pré-des-Cornes (Bex) jusqu'au-delà de Verchy près Aigle, *sur une largeur de plus de 8 kilomètres*, la masse de gypse existe sans discontinuité; par-ci par-là elle disparaît sous le glaciaire, mais sa prolongation souterraine est hors de doute. Quant à son épaisseur, je ne puis la calculer, puisque c'est le *terrain fondamental* de la contrée, et que nous ne connaissons pas son *substratum*. En tout cas elle doit être considérable, à en juger d'après la Glaivaz, le Montet et le Mont-de-Gryon, qui sont de vraies montagnes de gypse. Cette dernière, en particulier, est parcourue, jusqu'à une grande profondeur, par les galeries des Mines de sel, qui sont essentiellement percées dans le gypse ou l'anhydrite.

Qu'on cherche à se représenter une pareille masse calcaire, large de 8000 mètres, métamorphisée en gypse sous l'influence d'émanations gazeuses. Il me semble que le simple énoncé d'une pareille proposition est une *démonstration par l'absurde*. — Et je n'ai rien dit de la cornieule! qui, d'après cette théorie, devrait provenir encore de la même épigénie [Bull. vaud., XII, p. 116], ou n'être que le résidu d'autres grandes masses de gypse, détruites par l'érosion! [Id., p. 123 et 128.]

Rôle orographique. — Dans l'hypothèse épigénique, les gypses et cornieules ne devraient se trouver que sur des lignes de rupture, ou dans leur voisinage immédiat. Mais tout autre est le gisement de ces roches dans nos Alpes.

La grande bande de cornieule, qui environne la Région cristalline du coude du Rhône, dès Lavey à Saillon, etc., n'est en aucune manière sur une ligne de fracture. La forme même de cet affleurement lobé serait déjà bien extraordinaire pour une rupture du sol. Mais surtout ses allures prouvent surabondamment qu'il s'agit d'un terrain interstratifié. Tantôt presque horizontal (15°), tantôt plus ou moins incliné, vertical ou même renversé, tordu de toutes les manières, le banc de cor-

nieule suit constamment les formes superficielles du massif sur lequel il repose. Le lambeau isolé du Portail-de-Fully [Monogr., p. 93] est une preuve encore plus manifeste de la superposition régulière du banc de cornieule sur le Carbonique, et des dénudations considérables qui l'ont séparé de la masse principale.

Dans la Région salifère de Bex, je ne connais aucune faille de quelque importance. Par suite des dénudations, la cornieule n'y existe que par lambeaux plus ou moins étendus, mais le gypse sous-jacent y est continu, abstraction faite du recouvrement régulier par les terrains plus récents.

La bande de cornieule, de Chamossaire à Ensex, pourrait, il est vrai, produire à quelques-uns l'effet d'une faille, mais elle s'explique bien mieux encore par la rupture d'une voûte déjetée, laissant affleurer tantôt le lias, tantôt la cornieule, l'érosion n'allant jamais jusqu'au gypse.

A Mont-Bas [Monogr., p. 116], j'ai bien constaté une faille importante (Fig. 3), mais l'affleurement de cornieule s'en éloigne vers le nord, se trouve entouré de Dogger, et présente bien le caractère d'une voûte rompue jusqu'au gypse.

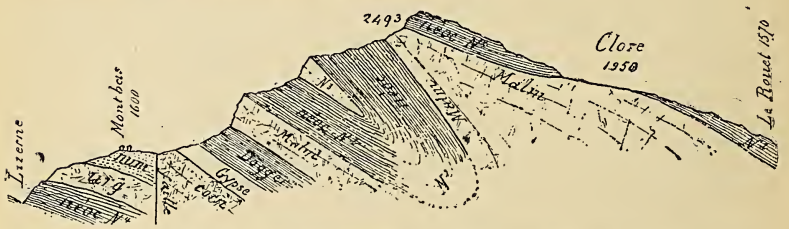


Fig. 3. — Profil W-E, par Mont-bas. — Echelle horiz. et vertic. $^1/_{50\,000}$

L'affleurement de gypse de la Croix-d'Arpille, environné de cornieule, et celle-ci de Lias et de Dogger [Monog., p. 111], présente les mêmes caractères, à cette exception près que la voûte est peu déjetée.

Ainsi donc partout affleurements normaux de couches, et non alignement sur fractures!

Il y a pourtant dans la contrée une très grande faille, bien constatée celle-là. Elle se montre de Cheville jusqu'à Javerne, mettant presque constamment en contact le calcaire néocomien avec le Nummulitique ou le Flysch. Il y avait là une belle occasion pour les émanations gazeuses et pour l'altération

des calcaires! Si l'hypothèse épigénique était vraie, c'est sur cette ligne de fracture qu'on devrait trouver surtout du gypse et de la cornieule; d'autant plus que cette faille est postérieure au Flysch et correspond par conséquent à l'époque où, d'après les derniers travaux de MM. CHAVANNES et DE TRIBOLET, ces actions épigéniques devaient atteindre leur maximum d'intensité [Bull. vaud., XII, p. 115]. Or, *sur toute la longueur de cette faille, je n'ai jamais pu voir la moindre altération des calcaires!*

Il en est de même dans la faille de Mont-bas à Besson (Fig. 3), où le *calcaire* nummulitique de la lèvre occidentale n'a subi aucune altération; son contact avec la cornieule est parfois d'une grande netteté.

Il me semble ressortir de tout ceci, avec la plus grande évidence, que le mode d'affleurement de nos roches en question est tout à fait celui de terrains sédimentaires normaux et s'oppose absolument à l'hypothèse de modifications épigéniques sur des lignes de fracture.

Analogie avec les formations salines actuelles. — Il n'est d'ailleurs nullement besoin d'imaginer des altérations postérieures pour expliquer l'origine des roches gypseuses et dolomitiques. Ne les voit-on pas se former de nos jours dans certaines conditions spéciales, comme celles de la mer Caspienne, de la Mer-Morte et des lacs salés en général!

Un des explorateurs de la Mer-Morte, M. L. Lartet, a montré qu'il s'y forme actuellement des dépôts de gypse, en même temps qu'il s'y précipite divers sels; tandis que les affluents et les eaux de pluie doivent nécessairement y entraîner des cailloux, des sables et des limons plus ou moins calcairés, selon la composition des montagnes environnantes.

Suivant le degré de concentration des eaux et la nature des sels en dissolution, les dépôts doivent beaucoup varier. Malheureusement nous avons encore trop peu d'observations sur ces dépôts des nappes extra-salées; mais ce que nous savons suffit pour démontrer l'analogie remarquable entre notre terrain salifère et les dépôts salins actuels. Mon collègue le professeur J.-B. SCHNETZLER l'a bien fait ressortir, en décrivant ce qui se passe au golfe de Korabugas, sur la côte orientale de la mer Caspienne [Act. soc. helv., 1878, p. 7]. Je pourrais invoquer encore les observations faites sur les marais salants des bords de la Méditerranée, mais je ne veux pas allonger.

Je conclus donc que les roches salines, gypseuses et dolomitiques, associées dans notre région, constituent une *formation* d'une nature particulière, analogue aux dépôts actuels des nappes extra-salées *(formation halogène)*. Elle se compose de dépôts sédimentaires proprement dits, par voie mécanique, entremêlés, en proportion plus ou moins considérable, aux produits variés de la précipitation hydro-chimique, résultat de la concentration de l'eau salée par l'évaporation. De là la gradation suivante dans l'élaboration de nos roches salifères.

Les *calcaires dolomitiques* devaient se former dans des eaux moins salées, peut-être moins profondes, par des dépôts mixtes, en partie sédimentaires, en partie hydatogènes. De là la nature hétérogène des *brèches dolomitiques* et de la *cornieule pleine*, dont la variété *vacuolaire* n'est qu'une altération par les agents atmosphériques. L'absence, ou la très grande rareté des fossiles dans ces roches est due, sans doute, à la composition de l'eau, déjà trop salée pour entretenir la vie organique.

Le *gypse*, un peu soluble à l'état de sulfate hydraté, n'a dû se déposer que dans des eaux déjà plus concentrées. Or, comme l'a montré M. L. LARTET pour la Mer-Morte, la densité des eaux et leur concentration s'accroissent à mesure qu'on atteint des zones plus profondes. Il y a donc des raisons de penser que la précipitation du gypse peut s'effectuer dans la profondeur, tandis que sur les bords il se dépose des limons plus ou moins dolomitiques. Mais si la nappe s'évapore davantage, jusqu'à atteindre superficiellement le degré voulu de saturation, il pourra se déposer du gypse sur toute l'étendue.

L'*anhydrite* me paraît constituer un degré intermédiaire entre le dépôt du gypse hydraté et celui du sel gemme. STRUVE attribuait sa formation à une évaporation plus rapide. HEIDENHEIM dit que le sulfate de calcium se précipite à l'état d'anhydrite, sous une pression de 10 atmosphères [*Zeitsch. geol. Ges.*, 1874, XXVI, p. 278]. Il semblerait ressortir aussi des faits rapportés par M. SCHNETZLER que, dans une eau très concentrée, il se déposera de l'anhydrite plutôt que du gypse. Aux chimistes à éclaircir ce point spécial !

Le *sel gemme* enfin, beaucoup plus soluble, exige pour sa précipitation un degré bien plus grand de concentration des eaux. Voilà pourquoi on voit tant d'amas gypseux sans sel gemme, comme Montmartre, Aix et beaucoup d'autres. Lorsque la nappe salée se sera trouvée dans des conditions favorisant une

très forte concentration des eaux, il aura pu se former de véritables bancs de sel gemme, sur toute la surface du bassin, comme à Cardona, au Djebel-Usdom et ailleurs. Si, au contraire, la concentration des eaux superficielles était insuffisante pour la précipitation du sel gemme, il pouvait arriver néanmoins qu'elle atteignît le degré voulu dans les parties profondes du bassin. C'est ainsi que je m'explique nos amas occasionnels de sel gemme, toujours compris dans l'anhydrite, et situés en général dans le centre de la région gypseuse, là où notre terrain salifère atteint ses plus grandes épaisseurs. Si, en revanche, on trouvait le sel gemme plutôt sur les bords du terrain gypseux, il pourrait s'expliquer facilement par la concentration des eaux dans des lagunes littorales, comme le golfe de Korabugas mentionné plus haut et les marais salants des bords de l'Océan et de la Méditerranée.

Il y a là une ample variété de phénomènes actuels, suffisants pour expliquer tous les cas particuliers de nos formations halogènes.

Application à nos régions alpines. — D'après toutes les considérations qui précèdent, je me crois en droit de considérer nos diverses régions triasiques comme d'anciennes mers intérieures ou *lacs salés,* peut-être d'anciennes lagunes, dans le voisinage de l'Océan qui recouvrait les Alpes orientales. Suivant l'étendue, la profondeur ou l'isolement plus ou moins complet de ces lacs ou lagunes, leurs eaux devaient atteindre divers degrés de concentration.

La Région cristalline [Monog., p. 85] devait être recouverte d'une nappe d'eau moins concentrée, ne déposant sur son bord septentrional que des limons dolomitiques (bande de cornieule de Salanfe à Saillon, par Lavey et Morcles). Aux environs de Charrat, la nappe a dû être plus profonde, et dans les eaux plus denses du fond il s'est déposé du gypse, précédé et suivi de limons dolomitiques.

La Région des Cols [p. 111] et celle de la Lizerne [page 115], assez voisines l'une de l'autre, ont peut-être constitué une seule et même lagune, peut-être plusieurs? Ici, comme à Villeneuve, etc., les eaux ont dû atteindre graduellement un plus haut degré de concentration, puisqu'il s'y est formé de plus grands amas gypseux. Mais ces eaux se sont petit à petit dessalées et ont déposé des limons dolomitiques par-dessus ces amas

de gypse. La cornieule, en effet, s'y trouve généralement superposée au gypse.

La Région salifère [p. 96] présente enfin les conditions *halogènes* les plus accentuées. L'épaisseur de la nappe salée a dû y être beaucoup plus considérable, sa durée plus longue peut-être; en tout cas, elle a atteint un degré de concentration beaucoup plus fort, soit dans l'ensemble de la lagune, soit surtout dans sa partie centrale et profonde. En effet, le gypse y est prédominant; sa masse y est considérable; une forte part de ce sulfate est à l'état d'*anhydrite* dans les profondeurs; enfin cette anhydrite contient du *sel gemme*.

Mais ici de même les eaux ont dû, à la longue, se dessaler et ne plus déposer que des limons dolomitiques. Sur un grand nombre de points, en effet, la cornieule et le calcaire dolomitique recouvrent le gypse, très particulièrement sur les bords du bassin (Avançon, Sergnement, Grande-Eau). Aux Ecovets, la cornieule sépare le gypse du Lias superposé. Si, aux environs de Gryon, on voit parfois le Toarcien reposer directement sur le gypse, cela peut être le résultat d'une transgression, ou des actions érosives, qui ont dû se produire pendant le commencement de la période liasique, alors que le sol de cette région devait être émergé.

AGE DE CES FORMATIONS HALOGÈNES

A toutes les époques de l'histoire du globe, il a pu se former de semblables dépôts halogènes. En Amérique on en cite dans la période silurique *(Onondaga Salt group)*. En Thuringe on en connaît dans le Permien, à la partie supérieure du *Zechstein*. Les formations halogènes sont fréquentes dans le Trias, à divers niveaux; parfois dans le *Grès bigarré;* plus souvent dans le *Muschelkalk*, comme en Argovie et en Wurtemberg; tandis que dans le Jura, en Lorraine et dans les Alpes autrichiennes elles sont, au contraire, keupériennes. Je n'en connais guère dans le Lias, ni dans les terrains jurassiques, à facies ordinairement tout à fait pélagique. Mais dans le *Purbeck* de notre Jura se retrouvent de petits amas de gypse, avec calcaires dolomitiques et vraies cornieules, qui indiquent une formation halogène, précédant la formation d'eau douce. Dans la période crétacique on cite des terrains salifères en Espagne

(Cardona) et en Judée (Djebel-Usdom)[1]. Enfin les formations halogènes tertiaires sont nombreuses, les unes avec sel gemme (Wieliczka, Slanik, etc.), les autres, moins complètes, n'allant que jusqu'au gypse (Montmartre, Aix-en-Provence, etc.).

L'âge d'un terrrain salifère est ainsi tout à fait indépendant de son mode de formation, et doit être fixé uniquement d'après les faits locaux de superposition, puisque les débris organiques font défaut.

Le *substratum* de nos roches salifères est inconnu dans la plus grande partie de nos Alpes. Dans la région cristalline seule, on les voit reposer sur un autre terrain. Celui-ci étant fossilifère, son âge est certain ; c'est l'étage houiller tout à fait supérieur. Le gisement de Brayaz-d'Arbignon est, sous ce rapport, le plus instructif; on y voit très clairement la cornieule reposer sur le carbonique, à une petite distance verticale du gisement de plantes fossiles. Mais notre série houillère n'est pas complète en ce point; il y manque les poudingues supérieurs à ciment rouge, si développés un peu plus loin en Dzéman, et qu'on pourrait considérer comme permiens.

La fig. 4 montre la disposition de la cornieule au fond du *Creux-de-Dzéman,* où le banc se redresse et se trouve nettement interstratifié entre le Dogger et le poudingue carbonifère.

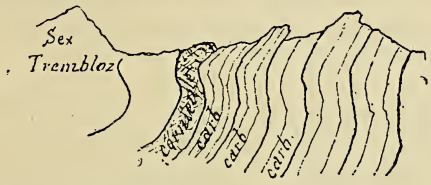


Fig. 4. — Col-des-Cornieules, entre Dzéman et Fully.

Quant au *superstratum,* il est assez variable par suite des discordances transgressives, qui indiquent une lacune sédimentaire plus ou moins grande. Aux Ormonts, c'est sous le Flysch ou sous le Lias que se trouvent nos gypses et cornieules (fig. 2, p. 48). Au nord et au sud du massif des Diablerets, à la Croix-d'Arpille comme à Vozé, ainsi que dans la plus grande partie de la Région cristalline, la cornieule est recouverte par le Dogger ou le Toarcien. A Arbignon elle l'est par le

[1] S'ils ne sont pas éocènes ?

Sinémurien et probablement le Rhétien. Dans la Région salifère, c'est également au Lias qu'appartiennent essentiellement les lambeaux superposés ; tantôt au Toarcien, comme aux environs de Gryon, et dans la chaîne de Perche, tantôt au Sinémurien, comme au Coulat et à Huémoz.

Enfin, le *superstratum* le plus ancien que j'aie pu constater sur la cornieule appartient, chez nous comme en Savoie et en Provence, à l'étage rhétien. Dans tout le nord des Alpes vaudoises, à Montreux, Villeneuve (fig. 1, p. 47), Corbeyrier et dans les gorges de la Grande-Eau, la cornieule est recouverte par du Rhétien fossilifère, que j'ai fait connaître déjà en 1864 [Bull. vaud., VIII, p. 39], peu après la découverte générale de ce nouvel horizon géologique en Allemagne, en France et en Angleterre. Dans tous ceux de ces gisements où les couches de contact sont bien visibles, on peut observer à la partie supérieure de la cornieule des bancs de calcaire dolomitique grisâtre, devenant de plus en plus compactes, puis prenant des teintes plus foncées, et contenant alors les fossiles rhétiens. Au Pissot sur Villeneuve, on trouve même déjà quelques fossiles dans les dernières couches de calcaire blanc ; ce sont des dents de poissons, et en particulier de *Sargodon tomicus*. Ce contact peut s'observer tout le long du lit de la Grande-Eau depuis Fahy en aval, jusqu'au Pont-de-la-Tine en amont ; seulement les couches sont dans l'ordre renversé, la cornieule s'appuyant sur le Rhétien, qui à son tour repose sur l'Hettangien (voir Profil de Vuargny, p. 65).

Notre formation halogène est donc comprise entre le terrain houiller d'une part et l'étage rhétien de l'autre, et appartient ainsi presque indubitablement à la période triasique. Si je fais une petite réserve, c'est pour rester dans l'exacte vérité des faits.

On pourrait admettre, en effet, que notre terrain salifère fût permien, puisque cet étage n'est pas constaté avec certitude en dessous. A cette hypothèse j'objecterais qu'il y a transgressivité, par conséquent lacune stratigraphique, entre le terrain houiller et la cornieule, tandis qu'au contraire il y a transition insensible, donc continuité stratigraphique parfaite, entre la cornieule et le rhétien.

On pourrait supposer, d'autre part, que notre terrain salifère appartînt à l'époque rhétienne, dont il représenterait la partie inférieure. Ceci serait d'autant plus plausible que le Rhétien

manque là où notre formation halogène est la plus développée, et que, dans d'autres contrées, cet étage est bien plus développé que chez nous, comme en Autriche, par exemple. J'ajoute qu'on a constaté dans diverses parties de la France, en Franche-Comté et autour du Plateau central, des bancs de cornieule vacuolaire intercalés dans le Rhétien fossilifère [Bull. géol. Fr., 2e s., XX, p. 161].

Au point de vue théorique, je serais assez porté à admettre, en effet, que notre formation halogène, tout en ayant commencé à se produire pendant la période triasique, se fût prolongée sur certains points jusqu'à l'époque rhétienne, et qu'ainsi une partie des gypses du Coulat, par exemple, fussent contemporains du Rhétien de la Grande-Eau. En ce dernier point eût été le rivage de la mer proprement dite, tandis que la lagune halogène se fût étendue plus au sud. Ce serait une manière fort rationnelle d'expliquer le synchronisme hypothétique de ces deux formations différentes.

Au point de vue pratique, en revanche, je crois mieux faire de maintenir ces terrains distincts jusqu'à preuve paléontologique du contraire. D'ailleurs à Villeneuve nous avons un Rhétien assez complet, superposé à une formation halogène très puissante, ne fournissant point de sel gemme, il est vrai, mais montrant un bel affleurement de gypse (fig. 1, p. 47).

Entre les deux époques successives a dû se produire un phénomène géographique important : les lagunes, ou lacs salés, ont dû être envahies par la mer rhétienne, qui s'est étendue jusqu'à la Grande-Eau, et probablement même plus loin. C'est ce remarquable événement qui marque à mes yeux la limite, dans notre contrée, entre les périodes triasique et liasique.

Jusque en 1884, il régnait une sorte de solidarité entre l'origine et l'âge de ces terrains ; les auteurs qui attribuaient à l'Eocène une partie de nos gypses et de nos cornieules étant ceux qui préconisaient en même temps leur origine épigénique. Mon ancien élève, M. Hans Schardt, maintenant *privat-docent* à l'Université de Lausanne, a pris une position intermédiaire. Tout en admettant la formation halogène des terrains en question, il en place une bonne partie dans l'Eocène [Bull. vaud., XX, p. 37.] Parfois cependant il est plus prudent et les fait seulement *post-Toarciens !* [p. 64].

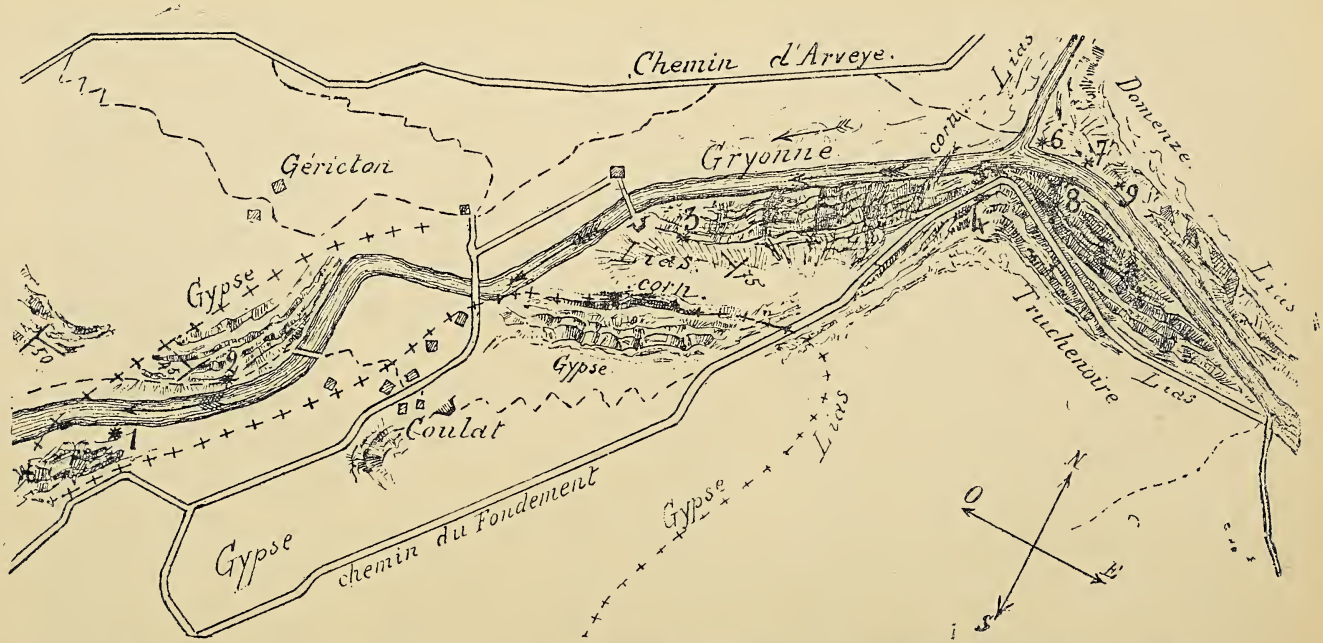


Fig. 5. — Carte du Coulat. — Echelle $^{1}/_{5000}$. — * *Gisements fossilifères :* 1. Coulat (Opalin.). 2. Gériction (Opalin.). 3. Déchargeoire (Sinem.). 4. Truchenoire (Toarc.). 5. Sous-Truchenoire (Sinem.). 6. Confluent de la Domenze (Sinem.). 7 et 8. Gisements à *Spiriferina*. 9. Domenze (Toarc.).

J'ai bien pesé les arguments de M. SCHARDT, mais il ne m'a pas convaincu. J'admets parfaitement qu'il puisse y avoir des *formations halogènes d'âge éocène* (cf. p. 54), mais je ne puis pas en constater dans notre région alpine. Je pense que M. Schardt a été induit en erreur par quelques superpositions inverses résultant des plissements. Cela me paraît être le cas en particulier dans son profil de la Gryonne, pl. IV, fig. 13.

Je ne puis pas comprendre comment M. SCHARDT est arrivé à ce profil, qui ne représente pas la réalité des lieux. Ses deux anticlinaux liasiques sont au contraire des *synclinaux!* Ce qui le prouve, c'est que le Toarcien se trouve au centre des plis, et le Sinémurien sur les bords, entre le Gypse et le Toarcien. Pour les détails et les preuves à l'appui, je dois renvoyer à ce que j'en ai dit dans ma *Monographie,* p. 148 à 153, mais je reproduis ci-contre la petite carte du Coulat (fig. 5), qui montre les gisements de fossiles sinémuriens et toarciens, constatés dans le synclinal supérieur. Cela étant, le gypse et la cornieule sont inférieurs au Lias, et apparaissent naturellement dans les ruptures anticlinales. Le petit lambeau de Flysch, plus en aval, est un troisième synclinal reposant directement sur le gypse, par trangressivité! [Monogr., p. 438].

Quant à l'absence fréquente du Sinémurien entre le Toarcien et le Gypse, c'est aussi un simple fait de transgressivité, qui s'observe fréquemment dans toute cette zone depuis Gryon jusqu'au Col-de-Pillon, et au-delà. Il va de soi que les couches sont souvent renversées, et qu'alors le gypse repose sur le Toarcien. Du reste ce n'est pas tout le Toarcien qui est ainsi transgressif, mais essentiellement sa partie supérieure, l'étage

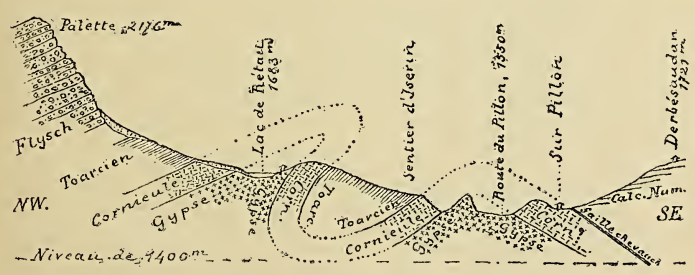


Fig. 6. — Profil du Col-de-Pillon. — Echelle $^1/_{25\,000}$

opalinien, qui forme une multitude de petits lambeaux isolés dans toute la région de Gryon et des Ormonts. [Monogr., p. 169, etc.]

Une autre contrée où M. SCHARDT attribue à l'Eocène la corgneule et le gypse, c'est celle du Col-de-Pillon. Or M. Schardt lui-même a trouvé là quelques fossiles opaliniens dans les schistes noirs qui reposent sur la corgneule [Monogr., p. 178]. Un peu plus haut, au-dessus du Lac-de-Rétau, ce Lias supérieur est visiblement intercalé entre la cornieule et le Flysch. J'estime donc que mon profil (fig. 6) représente la véritable disposition des terrains, et qu'ici encore le gypse et la cornieule sont triasiques.

Je voudrais dire quelques mots encore d'un autre profil de M. SCHARDT, dans lequel il me paraît qu'il interprète à rebours la disposition des terrains; c'est son profil du Mont-d'Or [Bull. vaud., XX, pl. 4, f. 10, 11]. Si j'ai bien compris l'auteur, il considère la masse calcaire du Mont-d'Or comme formant un anticlinal, et voit des plis synclinaux dans les gypses et cornieules qui flanquent la montagne de chaque côté.

Je crois que c'est l'inverse qui est vrai, ainsi que je le représente ci-contre (fig. 7). Je ne puis pas, il est vrai, en fournir la preuve, mais cette disposition me paraît beaucoup plus conforme à ce qui se voit ailleurs, dans le voisinage, et particulièrement dans la prolongation de la même chaîne, au pied S-W. de la Tour-d'Aï, où le gypse et la cornieule forment la base de tout le massif. De plus, j'ai le souvenir assez net que Philippe Cherix père m'avait rapporté de l'Ecualaz, il y a bien des années, des fossiles rhétiens, trouvés par lui dans les bancs calcaires qui avoisinent la bande de cornieule du pied N-E. du Mont-d'Or. Malheureusement ces fossiles ont été perdus, mais on pourra, je l'espère, en trouver d'autres; c'est pourquoi je signale ce point aux futurs explorateurs. A la Pierre-du-Moëllé se présente une anomalie de disposition, que l'on ne peut guère expliquer que par un glissement, quelle que soit l'interprétation admise pour le reste du profil.

M. SCHARDT admet d'ailleurs, sans restriction, l'âge triasique, pour les gypses et cornieules du bord des Préalpes, ainsi que pour la bande de cornieule de Morcles, Arbignon, etc. [Bull. vaud., XX, p. 54]. Il place au contraire dans l'Eocène les mêmes roches du Pays-d'Enhaut, des Ormonts, ainsi que de la Région salifère de Bex et d'Ollon.

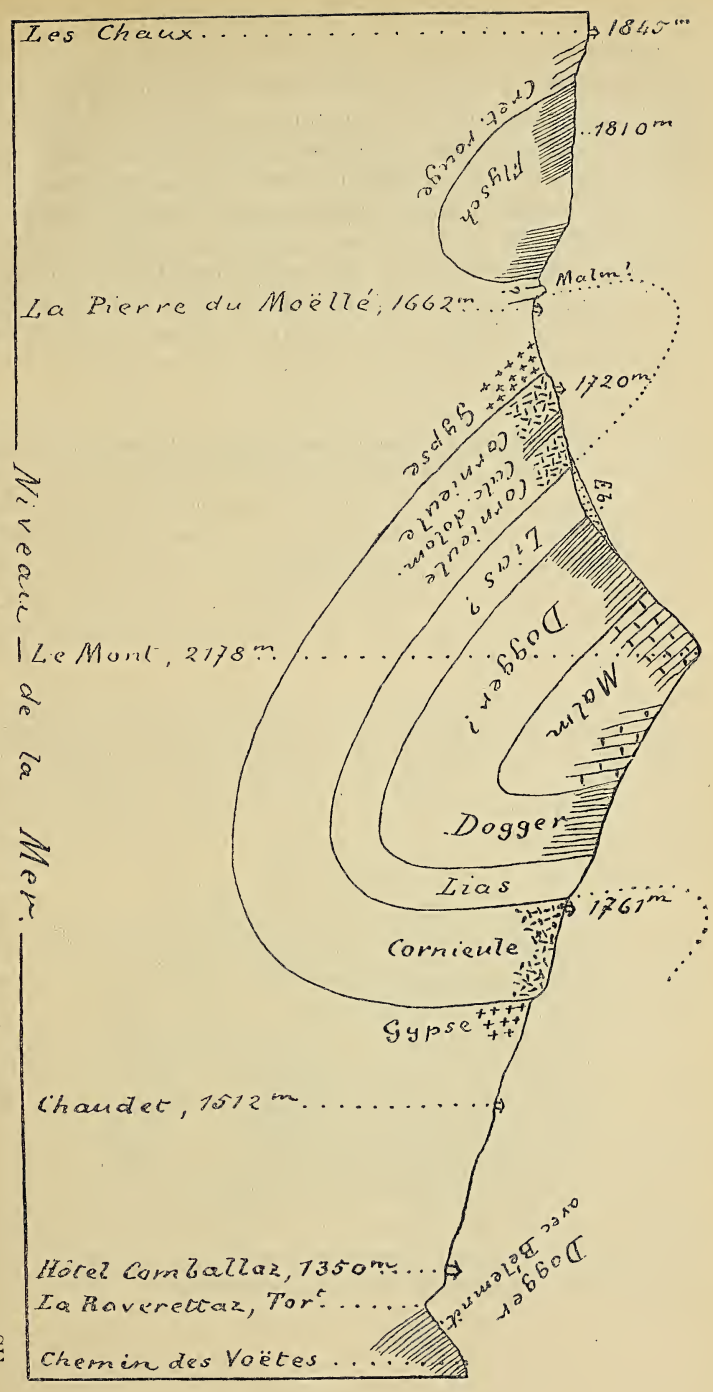


Fig. 7. — Profil du Mont-d'Or, sur le Sépey. — Echelle horiz. et vertic. 1/25 000

Cette dualité me paraît une erreur. Elle présuppose dans notre contrée, à l'époque éocène, une *récurrence* des conditions géophysiques, caspiques ou lagunaires, qui s'y étaient produites à l'époque triasique. Je ne saurais admettre, que sur preuve positive tirée des faits d'interstratification, une pareille récurrence, qui me paraît peu probable. Les cornieules, les gypses et autres roches sont d'ailleurs tout à fait semblables dans ces diverses régions; et tant qu'on n'aura pas signalé dans nos contrées des cas d'*interstratification tertiaire* qui ne laissent aucun doute, il me paraîtra plus logique de les attribuer toutes à un même niveau, au seul qui soit clairement constaté, au Trias !

Les petits affleurements de gypse et de cornieule, qui ont été signalés au milieu du Flysch, se sont toujours montrés *inférieurs* à celui-ci. M. Schardt le constate lui-même [Bull. vaud., XX, p. 52]. Leur contact avec le Flysch s'explique facilement par la déposition transgressive de celui-ci, sur de vastes étendues précédemment ondulées et érodées [Monogr., p. 457]. Ces pointements isolés forment de véritables *klippes!* qui ne sont que rarement saillantes, parce que ces roches triasiques sont habituellement peu consistantes.

Je ne voudrais pas juger d'une manière absolue de tous les points, où M. SCHARDT cite de soi-disant gypses ou cornieules éocènes, car je ne les ai pas tous visités. Ce que je puis dire, c'est que tous ceux que j'ai étudiés, dans nos Alpes vaudoises, m'ont paru appartenir au Trias, et s'expliquer facilement par des faits de transgressivité ou de renversement.

Je connais deux localités, dans les Préalpes du Chablais, où le gypse pourrait bien n'être pas triasique! Mais ce sont de très petits amas, d'un gypse assez différent et, autant qu'il m'a paru, sans cornieule.

L'un de ces gisements se trouve au pied de la paroi S. du Mont-Chauffé (vallée d'Abondance), près des maisons dites Aux Combes. Je n'y ai pas vu le gypse, moi-même, mais il y a été exploité pour usage local, dans une situation où il paraît intercalé entre le Malm et le Flysch, sans apparence de faille.

L'autre gisement se trouve dans la vallée de Charmy (Abondance), au-dessus du hameau de Folleben. Là j'ai vu quelque peu de gypse, qui m'a paru se trouver intercalé entre le Crétacique supérieur (couches rouges) et le Flysch.

J'admets parfaitement que dans ces deux gisements, et d'autres analogues, le gypse puisse être *éocénique*, ou peut-être *crétacique!*

Ce que je maintiens, d'après mon expérience, c'est l'âge *triasique* de nos grands amas de gypse et de cornieule de la *région salifère* de Bex et Ollon, ainsi que des Ormonts, des cols de Pillon, Krinnen, etc., aussi bien que de ceux du bord des Préalpes (Montreux, Villeneuve, Corbeyrier) et du massif des Dents-de-Morcles.

TRANSGRESSIVITÉ INVERSE

PAR

E. RENEVIER, prof.

Je désire attirer l'attention de mes confrères en géologie sur une disposition orographique, jusqu'ici rarement signalée, mais dont la fréquence est beaucoup plus grande qu'on ne pourrait le croire, dans nos montagnes contournées et plissées.

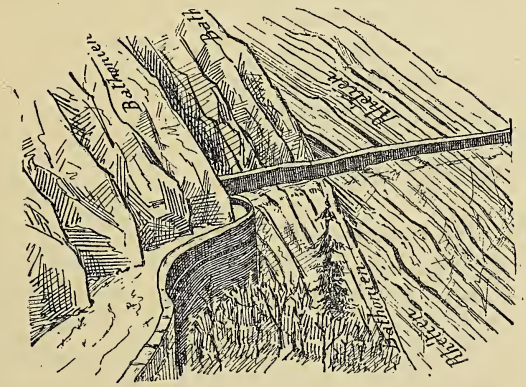


Fig. 1. — Discordance inverse du Rhétien sur le Dogger, à Vuargny sur Aigle (Vaud).

J'ai l'avantage de pouvoir en donner ici un exemple frappant, reproduit de ma *Monographie des Hautes-Alpes vaudoises* (16e livr. des Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse). Ce croquis (Fig. 1) a été dessiné, d'après une photographie, par mon ancien élève M. HENRI GOLLIEZ, maintenant mon collègue à la faculté des sciences de l'Université de Lausanne.

Il représente une portion de la route alpestre d'Aigle au Sépey, au lieu dit les Grands-Rochers, un peu en aval du hameau de Vuargny. La route est ici taillée dans le roc, et traverse une paroi calcaire très abrupte. La déclivité du rocher est formée presque constamment par la surface des bancs, qui plongent de 60° à 65° au sud.

Ces calcaires foncés, avec quelques alternances marno-schisteuses, font partie du terrain de nos Préalpes décrit par MM. DE LORIOL et SCHARDT (Soc. pal. suisse, X, 1883), sous le nom de *Calcaire à Mytilus*. Ce terrain, dont l'âge fut l'objet de longues controverses (id. p. 98), a été définitivement attribué par ces auteurs à l'étage bathonien, à la suite d'une étude paléontologique détaillée.

Le gisement bathonien des Grands-Rochers de Vuargny est heureusement assez fossilifère pour ne laisser à cet égard aucun doute. J'y ai constaté la présence d'une trentaine d'espèces, énumérées p. 191 de ma *Monographie*. Les plus abondantes sont :

Mytilus laitmairensis, Lor.
Modiola imbricata, Sow.
Lima cardiiformis. Sow.
Ostrea costata, Sow.
O. vuargnyensis, Lor.
Rhynchonella Orbignyana, Op.
Rhync. spathica, Lk.
Hemicidaris alpina, Ag.

Comme l'a fort bien montré M. SCHARDT (Couch. à Mytil., p. 135), les bancs sont ici absolument renversés. Ils s'adossent au Malm calcaire, qui forme le bord du plateau synclinal de Leysin, dont le flanc opposé, à Feydey, la Riondaz, etc., présente la série des terrains dans l'ordre normal. Le profil ci-contre (Fig. 2), à l'échelle du 1 : 25000 ne peut laisser à cet égard aucune espèce de doute. Dans mes deux clichés, j'ai intentionnellement écrit *à rebours* les noms des terrains renversés.

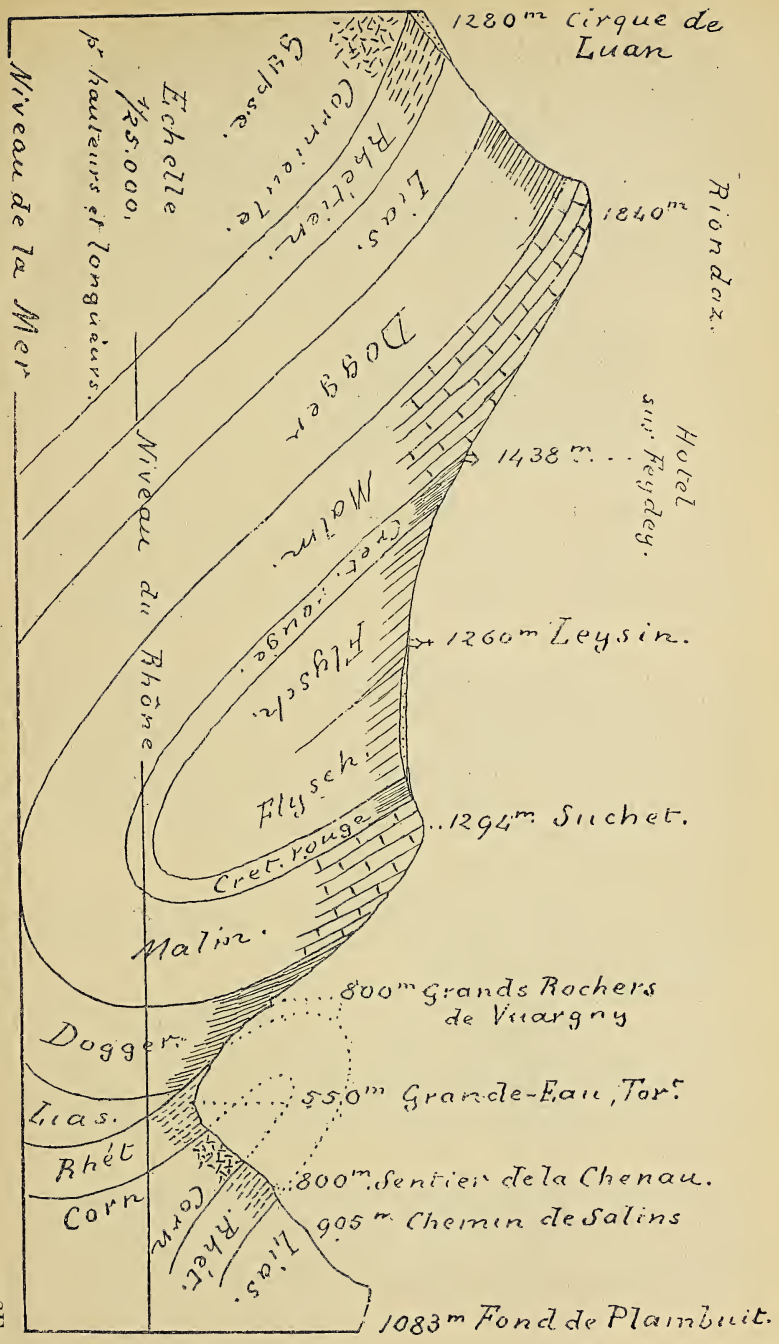


Fig. 2. — Profil par Leysin et Vuargny (Alpes vaudoises).

Ces Grands-Rochers se terminent du côté d'amont, c'est-à-dire au N-E., par un couloir, après lequel le terrain est tout différent. La roche est beaucoup plus schistoïde, avec intercalations de minces feuillets calcaires. Les fossiles sont aussi tout autres ; c'est une faune rhétienne des mieux caractérisée. J'en ai donné la liste p. 136 de ma *Monographie.*

On connaît jusqu'ici une vingtaine d'espèces, dont les plus fréquentes sont :

Cardita austriaca, Hauer.
Avicula contorta, Portl.
Pecten valoniensis, Defr.
Plicatula intusstriata, Emr.
Placunopsis alpina, Winkl.

Le contact des deux terrains peut s'observer sur plusieurs points le long du couloir, surtout en dessous de la route. Les bancs rhétiens viennent buter contre le Dogger renversé, avec un plongement plus faible, de 45° environ, et dirigé plutôt au sud-est.

Ici encore on peut constater que les couches sont renversées. Les lumachelles, qui sont normalement dans le haut de la série, par exemple au Pissot sur Villeneuve, se trouvent ici plutôt à la partie inférieure. D'ailleurs en suivant les bancs jusqu'au fond du ravin de la Grande-Eau, on les voit former encore le bas du versant opposé, vers le milieu duquel ils sont recouverts par la Cornieule triasique.

Il n'y a donc aucun doute possible, nous avons ici, très visiblement, du Rhétien renversé, superposé en discordance sur du Dogger également renversé !

M. SCHARDT a essayé d'expliquer cette singulière discordance par un *glissement* ou une *faille* (Couch. à Mytil., p. 135).

Il me paraît beaucoup plus simple d'y voir la superposition transgressive du Dogger sur le Rhétien, antérieurement au redressement et au renversement de tout cet ensemble de couches.

La transgression saute aux yeux lorsqu'on examine la disposition des terrains dans le bas de la vallée. A un demi-kilomètre en aval, ce n'est plus le Rhétien qui est en contact avec le Dogger, mais l'Hettangien à *Psiloceras planorbis.*

Un peu plus bas, sous Ponty, c'est le Sinémurien, et même, suivant M. SCHARDT, le Toarcien. Ainsi donc, avant le renversement des couches, le Dogger recouvrait successivement, du S-W. au N-E., les divers étages du Lias, jusqu'au Rhétien. De plus, ces couches bathoniennes ont un caractère littoral très prononcé, tout spécialement les plus inférieures (niveaux E et D de Schardt. — Matér., 22e livr., p. 101). Les plantes terrestres, que l'on y trouve abondamment, sont une preuve que la terre ferme était peu éloignée *(Monographie des Hautes Alpes,* p. 509).

De tout cela je conclus à la série suivante de phénomènes : Après le dépôt du Rhétien, une première flexion du sol a produit l'émersion de la région de Vuargny, et l'île ainsi formée s'est étendue de plus en plus au S-W. pendant les époques suivantes. Par cette flexion, les couches rhétiennes de notre localité ont acquis graduellement un pendage N-W., de 15° à 20° environ. — Plus tard, la mer bathonienne a envahi de nouveau la contrée, en s'avançant du S-W. au N-E., et recouvert transgressivement de ses dépôts, les divers affleurements liasiques. — Beaucoup plus récemment enfin, lors du plissement général de la contrée, qui a dû se produire principalement à l'époque miocénique, ces terrains, déjà discordants, ont été redressés ensemble et renversés au N-W. L'arc de 120° environ, que ces couches ont dû parcourir, a transformé pour le Rhétien le pendage N-W. de 15° en une déclivité S-E. de 45°, et pour le Dogger l'horizontalité en un plongement d'environ 60° au S.

Tout cela est parfaitement naturel et s'accorde avec les mouvements techtoniques, habituels dans les Alpes. La complication apparente résulte uniquement de la succession de phénomènes divers, et en partie contraires. L'expression de *transgressivité inverse* m'a paru la plus propre à désigner cette disposition.

Une fois mon attention attirée sur ce phénomène, j'ai rencontré nombre de cas, où la même explication m'a paru pouvoir s'appliquer avantageusement, pour faire comprendre des contacts anormaux, dont plusieurs étaient restés pour moi une énigme.

C'est ainsi qu'au pied N-W. du Signal-de-Culand (Diablerets), j'ai trouvé un contact anormal de Néocomien sur le Grès de Taveyannaz, avec pendage S-E. de 20° *(Monographie des Hautes-Alpes vaudoises,* p. 268 et 444). Tout le cirque des

hauts gazons, au-dessus d'Orgeveaux, est formé de Grès de Taveyannaz, plongeant régulièrement contre la montagne. A la base des rocs, le long de la Vire-aux-Moutons, on le voit directement recouvert de Néocomien calcaréo-schisteux, ayant une déclivité semblable. Au Plan-Châtillon, un peu au S-W. j'ai observé entre eux le Calcaire nummulitique, qui manque ici. On doit donc admettre qu'avant le renversement des couches le Grès de Taveyannaz reposait transgressivement sur diverses assises éocènes et néocomiennes. C'est encore un cas de *transgressivité inverse.*

Je pense que la prise en considération de cette remarquable disposition pourrait dans beaucoup de cas dispenser de recourir gratuitement à l'hypothèse de failles et de glissements, que rien ne justifie.

CONTRIBUTIONS A LA GÉOLOGIE DU JURA

III

ÉTUDES GÉOLOGIQUES

SUR

L'EXTRÉMITÉ MÉRIDIONALE DE LA CHAINE DU JURA

(CHAINE DU RECULET ET DU VUACHE)

par Hans SCHARDT, Dr ès-sciences.

Planches VI à X.

Ce travail, commencé en 1879, devait se borner primitivement à la description des environs du fort de l'Ecluse et de la *montagne du Vuache*, chaînon détaché du Jura et qui se poursuit au sud de la cluse du Rhône, sur près de 10 kilomètres de longueur. Mais on ne détache pas aisément un anneau d'une chaîne, sans être obligé de toucher aux parties voisines. C'est ainsi que l'étude des terrains d'abord, puis l'explication de la structure étrange du Vuache, ont nécessité des recherches plus détaillées dans les régions limitrophes, ce qui prolongea mes explorations jusqu'en 1883, époque où d'autres travaux, en particulier ma collaboration à la carte géologique de la Suisse (Préalpes vaudoises et Dent du Midi), me forcèrent de renvoyer à plus tard la rédaction définitive de ce mémoire.

Telle qu'elle est, la présente étude renferme une description de la première chaîne du Jura, dès le col de St-Cergues jusqu'aux environs d'Annecy, où s'éteint la ligne orographique de la chaîne du Reculet-Vuache.

La montagne du Vuache sera traitée avec plus de détails dans le but de mettre en évidence, d'une part, la jonction de ce chaînon avec la chaîne du Reculet, et d'autre part, l'origine et le développement de la faille qui suit le Vuache dans toute sa longueur et sur laquelle se placent, plus au sud, le mont de Musiège et la montagne de la Balme de Sillingy. L'étude stratigra-

phique de cette région offre aussi plus d'un point intéressant, tant au Vuache que dans le reste de la chaîne du Reculet.

La stratigraphie des terrains jurassiques supérieurs laisse encore bien des questions à résoudre, malgré les soins et le temps que j'ai mis à l'étudier. J'ai été plus heureux avec le néocomien; le profil très complet, visible au Vuache, m'a permis de fixer des niveaux bien déterminés par les fossiles et d'établir des parallèles à ceux du néocomien du Salève et du Jura vaudois et neuchâtelois qui me sont familiers d'ancienne date.

Etant donné le petit nombre de publications que nous possédons sur cette partie du Jura, la présente étude aura peut-être le privilège d'augmenter nos connaissances par des faits nouveaux ou de compléter ce qui n'était pas encore suffisamment connu.

Puisse ce modeste travail servir de base à des études plus complètes. Le Jura, aussi simple que paraisse sa structure, recèle encore bien des problèmes captivants; ceux qui s'intéressent à leur solution trouveront, comme moi, bien des jouissances à discerner la vérité dans le dédale des bouleversements du sol.

Je tiens à exprimer encore mes remerciements les plus sincères à mon ami, M. Aug. Jaccard, fils, qui m'a puissamment secondé dans la recherche des fossiles et qui a partagé avec moi les fatigues et les jouissances d'un bon nombre des explorations dans la chaîne du Reculet et du Vuache. Je remercie aussi M. le professeur Renevier qui m'a confié des notes et des documents sur les environs du fort de l'Ecluse et de Divonne et sur les Voirons; j'en ai reproduit plusieurs passages qui complètent avantageusement mes propres observations. Mon ami, M. G. Maillard, à Annecy, a bien voulu compléter le coloriage de la petite carte générale au $^{1}/_{250\,000}$ pour la région au sud et à l'est du lac d'Annecy; je lui en témoigne toute ma gratitude, ainsi qu'à M. le Dr Bertschinger, assistant au Musée de géologie, à Lausanne, qui a vérifié une partie de mes déterminations de fossiles.

Les matériaux sur la géologie de cette région étant assez éparpillés, je crois rendre un service appréciable au lecteur, en faisant précéder mon travail d'une liste des travaux antérieurs à cette publication.

Veytaux, près Montreux, décembre 1890.

Dr H. SCHARDT.

Liste des principaux travaux relatifs à la Géologie de la chaîne du Vuache et du Reculet.

Emile Benoit. Tableau comparatif des terrains tertiaires dans le bassin du Rhône et des Usses. *Bull. Soc. géol. France,* 1875. Série 3, t. III, p. 436.

Le même. Esquisse d'une carte géologique et agronomique de la Bresse et des Dombes. *Bull. Soc. géol. France,* 1858. 2me série, t. XV, p. 315. (Profil au sud du Reculet.)

L'abbé Bourgeat. Note orographique sur la région du Jura comprise entre Genève et Poligny. *C.-R. Acad. des Sciences. Paris,* 1882. XCV, 1302.

Le même. Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional. *Paris,* 1888, pages 75 à 80. Coupe du malm à la Faucille.

F. Cuvier. Note sur la stratigraphie de l'extrémité sud du Jura et des montagnes qui lui font suite en Savoie, aux environs du Fort de l'Ecluse. *Bull. Soc. géol. France,* 1878. 3me série, t. VI, 364-370. Coupe par le Vuache à Léaz.

Alph. Favre. Considérations géologiques sur le Mont Salève. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. Genève,* 1843. Le Vuache et le Crédo sont cités à plusieurs reprises, surtout à propos des limites du bassin de Genève et des dépôts diluviens.

Le même. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. *Paris* et *Genève,* 1867. Salève, t. I, p. 236. Profil de la Faucille, t. III, p. 137, pl. XII, fig. 14.

Le même. Description géologique du canton de Genève. *Genève,* 1879, avec carte, en 4 feuilles.

Gardy, Faton et Rochat. Rapport sur un gisement de terre réfractaire près Collonges (Ain). *Bull. Instit. national, Genève,* 1873, t. XVIII.

A. Jaccard. Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois. Carte géol. suisse, flle XVI. 1869. *Mat. carte géol. Suisse*, livr. VI. Profils par la Dôle et la Faucille, pl. I, fig. XIII et XIV.

G. Maillard. Notions de géologie élémentaire appliquées à la Haute-Savoie. Annecy 1889. *(Revue Savoisienne.)*

Le même. Note sur la géologie des environs d'Annecy, la Roche. Bonneville, etc. *Bull. carte géol. France.* No 6, nov. 1889. Profils des montagnes d'Allonzier et de la Balme de Sillingy.

J. Marcou. Sur le néocomien dans le Jura. *Arch. Sc. ph. et nat.* 1859, t. I.

Le même. Notice sur les hautes sommités du Jura, comprises entre la Dôle et le Reculet, 1847.

E. Renevier. Mémoire géologique sur la Perte du Rhône et ses environs. *Mém. Soc. helv. Sc. nat.* 1853.

Le même. Sur le glissement de terrain au fort de l'Ecluse. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 1883, *proc.-verb.* p. XVI.

H. Schardt. Sur la subdivision du jurassique supérieur dans le Jura occidental. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 1883. XVIII, 206.

Le même. Glissement de terrains au fort de l'Ecluse. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 1883. XIX, *proc.-verb.* p. XIX.

De Saussure, H.-B. Voyages dans les Alpes. Neuchâtel, 1779, t. I, p. 154 (Vuache), p. 265 (chaîne du Reculet jusqu'à la Dôle).

Société géologique de France. Réunion extraordinaire à Genève et Chamonix. *Bull. Soc. géol. France,* 1875. Ce volume contient des notes sur le Salève, Bellegarde, etc., ainsi qu'une liste bibliographique complète jusqu'à 1875.

La même. Réunion extraordinaire dans le Jura méridional. *Bull. Soc. géol. France.* 1885-1886. XIII. Liste bibliographique jusqu'à 1885.

Studer. Geologie der Schweiz, t. II, p. 295-307.

Vézian. Etudes géologiques sur le Jura, etc. *Mém. Soc. Emul. Doubs.* 1872. VII, 193. VIII, 325.

Le même. Le Jura. *Annales Club Alpin Français.* 1875, II.

CHAPITRE PREMIER

Aperçu orographique.

La partie de la chaîne du Jura traversée par la route du *col de St-Cergues* présente à sa partie supérieure une série de plissements parallèles et qui donnent lieu à une succession de petits chaînons, de simples crêts ou arêtes, séparés par des vallons plus ou moins profonds. Entre Genollier et les Rousses on peut distinguer cinq de ces chaînons.

Sauf la voûte de Montcrêt et le chaînon de la Frasse-Mont Sallaz, il n'est pas très facile de distinguer les prolongements des replis au N. et au S. du col de St-Cergues. En étudiant la carte (Feuille XVI de l'atlas Dufour), on peut s'assurer que

dans le relief extérieur, les arêtes ne se correspondent pas exactement des deux côtés de la dépression du col. Cette dernière paraît donc être due à des accidents orographiques ayant déterminé des modifications dans la continuité des plissements.

L'arête de la Dôle paraît avoir comme prolongement, au N. du col, le chaînon du Haut-Mont, dans lequel elle se confond avec l'arête de la Pétroulaz. Le vallon des Dappes a sa continuation dans les pâturages de la Givrine et dans le vallon des Amburnex. Le vallon synclinal de St-Cergues paraît avoir pour prolongement sud le vallon du Vuarne, mais les deux n'ont pas le même alignement.

Au S. du col de St-Cergues, la structure du haut de cette chaîne subit une modification profonde. Le large plateau (8 kilomètres) sur lequel s'élèvent les cinq plis mentionnés, devient de plus en plus étroit. Les trois plis des Cropts, de la Dôle et de la Pétroulaz s'effacent entièrement sur une distance de 30 kilomètres au S. du col. Les deux premiers se réunissent à moins de deux kilomètres au S. de la Dôle et forment, dès lors, le sommet de la voûte qui marque l'arête de la chaîne, dès ce point jusqu'au col de la Faucille. La petite arête de la Pétroulaz à l'E. de Leiseney s'abaisse rapidement vers le S.-W. et, près de la Malcombe, la route des Dappes entame encore la dernière extrémité de cette voûte.

Des quatre plis du sommet de la chaîne, il ne reste au col de la Faucille qu'un seul ; le cinquième forme le second chaînon du Jura à l'W. de la vallée de Mijoux. Il existe, par contre, au pied E. de la chaîne, un peu au N. de Gex, un repli secondaire rompu suivant son axe et qui forme les deux collines de Vesancy et du Mont Mussy (Mourex).

Dès le **col de la Faucille**, dans la direction du S.-W. jusqu'au Grand Crédo, la chaîne du Jura a la disposition d'une voûte simple. Par la disparition des plissements secondaires, la hauteur de l'arête paraît augmentée ; son altitude dépasse, en effet, 1700 mètres sur deux points. La vallée de la Valserine la sépare sur toute sa longueur jusqu'au Rhône, du Jura occidental qui ne l'égale en hauteur sur aucun point, ensorte que cette arête s'élève comme une barrière entre le plateau miocène et le reste du Jura ; c'est bien comme une barrière que cette chaîne se présente lorsqu'on l'aperçoit pendant la traversée du lac Léman entre Evian et Nyon ; le soir surtout, sa silhouette imposante se découpe avec netteté sur le ciel encore illuminé par les

derniers rayons du soleil; on voit les sommités les plus saillantes, la Dôle (1678 m.), le Mont-Rond (1600) dans l'arête de la Faucille, le Mont-Colomby (1691), le Reculet et le Crêt du Creux de la Neige (1720 et 1723 m.), enfin la longue crête de la Roche qui se termine au massif du Crédo (1628 m.). Celui-ci s'abaisse brusquement pour livrer passage au Rhône qui coupe ici la chaîne du Jura par une étroite cluse, vrai défilé, le seul de ce genre, à part la trouée de l'Aar dans le Jura argovien. Dans toute cette longueur, la chaîne du Jura a le même caractère orographique. C'est une voûte compliquée à son sommet par un double repli qui ne se trahit pas dans le relief extérieur de la chaîne.

Entre le col de la Faucille et le Mont-Colomby, la chaîne accuse un déjettement vers le S.-E., soit du côté du plateau suisse. Dans la région au S.-O. de ce point, le déjettement subit une interversion complète et déjà au Mont-Reculet on voit nettement que le plongement des couches est plus fort du côté de la vallée de la Valserine que du côté du plateau suisse. C'est surtout au S. de cette dernière sommité que ce caractère devient prononcé, la chaîne ressemble à une voûte penchée au N.-W., le flanc W. paraît totalement renversé et s'enfonce vers l'intérieur de la montagne. C'est à la suite de ce renversement, accompagné d'une véritable faille de plissement, que sur plus de 6 kilomètres de longueur, le flanc occidental de la voûte a pu se rompre et s'effondrer, mettant à découvert l'intérieur de la chaîne jusqu'au bathonien. La voûte se referme subitement au S. du Grand-Essert, modification qui coïncide avec un éloignement sensible du cours de la Valserine du pied immédiat de la chaîne. Le chaînon du Crêt Chalain, ayant formé précédemment le versant W. de la vallée de la Valserine, est coupé par celle-ci, et, tout en s'abaissant considérablement, son prolongement se place sur la rive gauche en s'appuyant étroitement contre la chaîne du Reculet.

A moins de 5 kilomètres au S.-S.-W. de son passage sur la rive gauche de la Valserine, ce massif s'abaisse subitement pour disparaître dans le bassin de Bellegarde. Cette modification étrange du flanc occidental de la chaîne du Reculet est accompagnée d'un changement bien plus étrange encore :

Au point même où la voûte rompue se referme, l'*axe de la chaîne prend une autre direction ;* ce n'est pas une courbure en forme d'arc de cercle, comme certaines chaînes alpines et même

du Jura en offrent des exemples ; c'est un changement de direction brusque et subit. La chaîne très étroite jusqu'alors, s'élargit sensiblement et forme au S. du col du Sac, le large massif du *Grand Crédo* (Crêt d'Eau). La direction nouvelle fait avec l'ancienne un angle de 120°, ce qui équivaut à un changement de 60°.

Le **Grand Crédo** diffère sensiblement du reste de la chaîne ; sa partie supérieure est large et presque plate avec quelques sommités dont la plus haute a 1608^{m} et qui résultent de replis secondaires du jurassique supérieur.

A son extrémité sud, du côté du Rhône, cette montagne est fendue dans le sens de la longueur et offre la forme d'un hémicirque.

Les deux extrémités de l'escarpement semi-circulaire du creux de Longeray dominent la profonde cluse du Rhône. Il n'y a pas, dans le Jura, de phénomène aussi surprenant que cette coupure profonde au sud de laquelle se place la **montagne du Vuache**, exactement sur le prolongement du Plat des Rochers ; la branche occidentale, celle du Sorgia, n'a pas de correspondant sur la rive opposée du Rhône.

L'entaille qui a donné lieu au cirque de Longeray a son origine dans l'existence d'une faille qui traverse le Rhône et suit le pied ouest de la montagne du Vuache. Cette dernière n'est, du reste, que la moitié d'une voûte, fendue suivant sa ligne de faîte et l'autre moitié, à l'ouest de cette fissure, s'est affaissée.

La montagne du Vuache, qui suit exactement la nouvelle direction de la chaîne, est orientée du N.-N.-W. au S.-S.-E. sur une longueur de plus de 10 kilomètres, toujours escarpée à l'ouest, où elle est coupée par la faille. Le ruisseau du Fornant coupe l'arête du Vuache au sud de Chaumont, à Malpaz, au point même où l'arête tend à s'abaisser ; au-delà de cette coupure, la moitié de la montagne correspondant au Vuache est affaissée et recouverte du miocène, tandis que la lèvre ouest de la faille est soulevée en demi-coupole et forme le **Mont de Musiège**, dont l'escarpement est tourné à l'est, soit en sens inverse de celui du Vuache. La chaîne paraît, dès lors, entièrement disparue sur près de 8 kilomètres, mais près de Sillingy s'élève, sur l'alignement exact de la faille du Vuache, la **Montagne de la Balme**, dernier indice de l'axe de dislocation de la chaîne du Reculet ; cette fois l'escarpement est tourné vers l'ouest comme celui du Vuache. Cette montagne offre à son extrémité S.-E. un plongement ré-

gulier dans tous les sens, tandis que la face escarpée du côté du S.-W. doit son existence à une faille qui met en contact, près du hameau de la Balme, le valangien et le jurassique avec l'urgonien.

CHAPITRE II

Aperçu sommaire sur les terrains constitutifs de la Région et leur répartition.

Les terrains qui composent la première chaîne du Jura, dès le col de St-Cergues au Grand-Crédo, la montagne du Vuache et le Mont de Musiége appartiennent au jurassique, au crétacé et au tertiaire. Ce sont les terrains jurassiques et crétacés seuls qui prennent part à la formation de la chaîne elle-même, les terrains tertiaires ne jouent qu'un rôle accessoire. Le rôle des couches jurassiques et crétacées n'est pas le même dans toute la longueur de la chaîne. Au col de St-Cergues le néocomien s'élève jusque dans le haut de l'arête et participe à la formation de la série de plis qui se succèdent à travers la largeur de la chaîne; à partir de la Dôle vers le sud, le crétacé se retire de la partie supérieure, réduit à former une bordure presque continue sur les flancs de la chaîne à une altitude variant entre 600-1000 mètres; l'étage valangien monte le plus haut, l'urgonien ne dépasse pas d'habitude le pied de la montagne; ce n'est qu'à l'approche du Grand-Crédo que le néocomien tend à s'élever davantage. Au-delà du Rhône, la montagne du Vuache se présente dans des conditions tout à fait différentes et le néocomien forme l'arête elle-même du chaînon; sur la plus grande longueur c'est le valangien; plus au sud nous y trouvons l'urgonien de même qu'au Mont de Musiège et à la Balme, dont le sommet est urgonien, comme dans les montagnes des environs d'Annecy et de Chambéry.

Voici l'énumération des traits généraux des terrains observés :

Terrains tertiaires.

ALLUVIONS ET TERRAINS RÉCENTS. Ces terrains ne demandent pas de mentions spéciales, le rôle des dépôts de charriages, des terrains d'éboulement, l'origine des tufs, de la tourbe, etc., étant suffisamment connus.

FORMATIONS GLACIAIRES et ALLUVION ANCIENNE. **Dépôts morainiques** composés de matériaux alpins et jurassiens mêlés. Ces derniers sont en plus grande proportion à l'approche du Jura. Les graviers erratiques forment une moraine latérale continue tout le long de la chaîne et s'élèvent entre 600-700 mètres sur le flanc du Reculet. Au Sorgia nous avons mesuré 1140 mètres pour les plus hauts blocs alpins. Le glaciaire jurassien monte encore plus haut, mais on ne le distingue pas facilement des éboulis et roches désagrégées du voisinage. En général, sauf pour les parties tout à fait inférieures, les graviers glaciaires ne jouent pas un rôle prépondérant dans l'orographie du Jura; ils arrondissent les formes extérieures et fertilisent certaines parties autrement dénudées et arides.

Dans le voisinage de la cluse du Fort de l'Ecluse et dans le bassin de Bellegarde existent des dépôts de graviers stratifiés, recouverts par le glaciaire morainique. Cette **alluvion glaciaire** se présente comme un cône de déjection du Rhône primitif se jetant par-dessus le seuil du Jura dans un ancien lac ayant occupé une partie du bassin de Bellegarde. (?)

MIOCÈNE ou FORMATION MOLLASSIQUE. Ce terrain, composé dans notre région de marnes et de grès tendres, ne joue qu'un rôle tout à fait secondaire dans l'orographie de la chaîne. Son étude spéciale ne rentre donc pas dans le cadre de ce travail. Un seul cas excepté, les terrains miocènes sont entièrement en dehors de la chaîne elle-même. Il y a des dépôts miocènes dans le vallon de la Mantière et d'importants affleurements existent dans la vallée de la Valserine en amont de Chézery et à Lélex. M. Renevier a décrit la mollasse marine avec *Lamna*, étage **Helvétien**, du bassin de Bellegarde. Nous parlerons en temps et lieu de la mollasse à feuilles aquitanienne de Lélex, des marnes à gypse de Fernaz et du grès bitumineux de Boge (vallon de Mantière).

SIDÉROLITHIQUE. Nous indiquons cette formation comme étant d'âge éocène, parce que, plus au N., les formations sidérolithiques paraissent s'être formées à cette époque; on est cependant tenté de croire que dans notre partie du Jura le sidérolithique a continué à se former encore au commencement de la période miocène oligocène. Il se compose de sables siliceux mêlés d'argile, de bolus rouge ou jaune et qui remplissent des crevasses ou se trouvent en épanchement à la surface autour de ces orifices.

Il faut considérer les dépôts sidérolithiques comme ayant une origine semiplutonique; ils sont dus à des sources geyseriennes. Nous n'avons reconnu dans notre région qu'un seul dépôt de minerai de fer pisiforme; dans le Jura bernois, ce dernier ne forme, du reste, que la plus petite partie des dépôts attribués au terrain sidérolithique. Dans la chaîne du Reculet et du Vuache, ce sont les sables siliceux purs ou mêlés d'argile et des bolus ferrugineux qui forment la plus grande partie des dépôts que nous attribuons à la formation sidérolithique. Si le minerai de fer est rare, l'apparition de ces sables dans l'intérieur des crevasses du néocomien et du jurassique est absolument identique par ses allures à celle du minerai de fer avec ses argiles rouges et jaunes dans le Jura bernois et soleurois, et plus au sud, dans le Jura neuchâtelois et vaudois.

Nous décrirons plus tard comme absolument typiques, sous ce rapport, les crevasses remplies de sables et de bolus ferrugineux qui traversent le calcaire urgonien près de Chévrier (Vuache).

Terrains secondaires.

Crétacé moyen. Nous n'avons pas à traiter spécialement les étages du **Gault** et de l'**Aptien** qui n'apparaissent pas, sauf sur un point, dans l'intérieur de la chaîne du Jura que nous avons à décrire. Leur développement dans le bassin de Bellegarde fait que ces terrains sont suffisamment connus et nous nous contentons de renvoyer, pour cela, aux publications y relatives. Le seul point où le gault fossilifère se rencontre dans notre région est le vallon de la Mantière, au-dessus de Confort, entre Bellegarde et Chézery. Ailleurs nous avons constaté des sables verts non fossilifères que leur position entre le tertiaire et le néocomien permet d'attribuer au gault, et des argiles verdâtres sableuses ou calcaires qui se rapprochent de l'aptien.

Crétacé inférieur ou Néocomien. Ce terrain est un des plus importants de notre chaîne. Dans toute la partie comprise entre le col de St-Cergues et la cluse du Fort de l'Ecluse, le néocomien forme une bordure sur les deux versants de la chaîne et remplit le fond des hauts vallons entre St-Cergues et les Rousses. Dans le chaînon du Vuache et plus au sud, c'est le néocomien qui constitue presque toute la montagne. Nous distinguons dans le néocomien les étages suivants :

Etage Urgonien. A la partie supérieure, on trouve sur quel-

ques points le *calcaire à Ptérocères*, réuni habituellement à l'aptien, mais qui se lie orographiquement à l'urgonien. L'**Urgonien supérieur** (Urg. II) est un terrain essentiellement calcaire, de couleur claire, partout riche en *Requienia Ammonia* et surtout en *Sphærulites Blumenbachi* (carrières de Thoiry, de Sergy, etc.). Les gros bancs massifs sont parfois interrompus de zones un peu marneuses gris-bleuâtre ou jaunâtres, lorsque l'air et l'humidité les ont oxydées. Le facies crayeux blanc ou imprégné de bitume se montre sur plusieurs points. — L'**Urgonien inférieur** (Urg. I) est plus marneux et jaunâtre; reconnaissable à sa faune de Brachiopodes : *Terebratula russilliensis*, *Rhynchonella lata* et ses oursins : *Heteraster Couloni*, *Goniopygus peltatus*, etc. Dans le Jura vaudois, ce terrain se lie par son facies et sa faune plutôt à l'étage supérieur du *hauterivien*, le calcaire jaune de Neuchâtel; dans la chaîne du Reculet et bien plus encore au Vuache, il se rapproche, au point de se confondre avec lui, du *calcaire à Requienia*, et orographiquement il s'associe absolument à l'étage urgonien supérieur; c'est le cas au Vuache, au mont de Musiége, à la Balme et au mont Semnoz près d'Annecy. Le Salève fait plutôt exception.

Etage Hauterivien. Le rôle orographique de ce terrain n'est pas le même dans toute la longueur de la chaîne du Jura. Dans le Jura vaudois et neuchâtelois, la partie supérieure, le calcaire jaune de Neuchâtel, se lie très intimément, par son facies et sa nature pétrographique, à l'urgonien inférieur et forme avec celui-ci un massif de consistance plus ou moins marno-calcaire, donnant lieu à des crêts indépendants de l'urgonien supérieur; il n'en est pas de même dans la partie sud du Jura qui nous occupe. — L'étage **hauterivien supérieur** (Haut. III), épais de 40-60 mètres, est très souvent entrecoupé de couches marneuses assez épaisses, qui font que, dans ses allures extérieures, ce terrain se confond avec la marne d'Hauterive, dont l'épaisseur est en outre plus considérable que dans le Nord du Jura. On ne voit donc pas ici ces crêts de pierre jaune surmontant une *combe* de marne d'Hauterive. Celle-ci, très large, en raison de l'épaisseur de la zone marneuse, est surmontée immédiatement du crêt urgonien. Cette disposition se montre le mieux au Vuache et au mont de Musiège; le flanc est du Reculet et du Crédo en offre aussi des exemples. L'abondance du *Toxaster complanatus* est encore un caractère rapprochant ce sous-étage du Hauterivien II.

Dans notre région, comme partout, la **marne d'Hauterive** (Haut. II) est essentiellement marneuse, offrant cependant, vers le bas, des interruptions calcaires. Son épaisseur est de 15-30 mètres et va en croissant vers le sud, en même temps que la nature pétrographique devient plus calcaire. C'est la marne d'Hauterive concurremment avec la partie marneuse du sous-étage supérieur qui donne au groupe néocomien son cachet orographique particulier, par la formation des *combes hauterivienne*s, légères dépressions qui prennent parfois la forme de petits vallons le long du flanc des montagnes. Lorsque les couches sont fortement inclinées, les combes deviennent de simples *replats* ou *paliers*, surtout si l'enfoncement primitif a été comblé par des dépôts glaciaires. On distingue de cette manière la zone hauterivienne sur le flanc de la chaîne du Reculet à partir de Crozet jusqu'à Collonges, en passant au-dessus de Thoiry, Farges, etc. Le Vuache offre un bel exemple de combe néocomienne à la Balme, entre Chévrier et Vulbens.

Dans le Jura neuchâtelois et vaudois, la base de la marne d'Hauterive est marquée par une zone paléontologique particulière, la zone à *Ammonites Astieri*, marne jaune ou grise, riche, en outre, en ostracés *(Ostrea Couloni, O. rectangularis)* et en brachiopodes *(Terebratula sella)* et surtout en spongiaires. Un terrain qui nous paraît correspondre stratigraphiquement à ce niveau paléontologique du Jura neuchâtelois, est pour notre région le **calcaire à Ostrea rectangularis**, zone particulière que je nommerai *Hauterivien I*, parce que ce terrain se distingue orographiquement de la manière la plus nette des autres sections de l'étage hauterivien. C'est un terrain calcaire, jaune, de texture oolithique ou spathique (brèche échinodermique), se détachant en dalles, interrompu de quelques lits marneux jaunes. Ce calcaire se confond facilement avec le valangien supérieur, mais il s'en distingue par sa faune hauterivienne; les fossiles les plus communs sont : *Ostrea rectangularis*, *Ostr. Couloni* (très grands exemplaires), *Terebratula sella*, Spongiaires, etc. Certains gisements renferment même une faune très nombreuse (Crozet). Sa constance et son importance sont des motifs suffisants pour le distinguer comme sous-étage, au même titre que la marne d'Hauterive et la pierre jaune de Neuchâtel.

Etage Valangien. Cet étage est essentiellement calcaire et se divise en deux sous-étages : Le **Valangien supérieur** ou calcaire roux *(Valangien II)* a environ 25-30 mètres d'épaisseur et se

compose de bancs peu épais de calcaire, jaune roux, oolithiques ou à débris d'échinodermes. Pétrographiquement, ce calcaire ne se distingue pas du calcaire à *Ostrea rectangularis*, mais bien par ses fossiles *(Rynchonella valangiensis,* etc.).

Dans toute la région de notre chaîne, dès le col de St-Cergues jusqu'au Vuache, le valangien supérieur commence par une zone marneuse, la marne d'Arzier, épaisse de 5 mètres dans la carrière de la Violette près Arzier et qui diminue en épaisseur vers le sud; au fort de l'Ecluse elle a encore 2 mètres d'épaisseur. Les fossiles les plus caractéristiques sont: *Rhynchonella valangiensis*, *Rynch. Desori*, *Terebratula valdensis*, *T. Germaini*, *Pecten arzierensis*, *Monopleura corniculum*, *Cidaris pretiosa*, etc., etc.

Le **Valangien inférieur** ou *Valangien I,* a plus de 100 mètres d'épaisseur et offre des bancs réguliers de calcaire blanc ou grisâtre, n'ayant que rarement de petites intercalations marneuses. Ce calcaire renferme des *Nerinées* et le *Natica Leviathan.* Vers la base seulement apparaissent quelques couches de marnes assez épaisses pour influer sur le relief du sol, surtout dans la région où le portlandien supérieur est formé de marnes plus ou moins dolomitiques. Ces deux terrains donnent alors lieu à des combes ou replats semblables à ceux de l'hauterivien, mais moins larges et moins constants.

Dans la chaîne du Reculet, on reconnaît facilement par ce caractère orographique la base du valangien et la zone marneuse du portlandien. C'est un léger palier au-dessus de la combe hauterivienne. Au Vuache, ces terrains forment un talus peu incliné le long de l'arête, au-dessus de l'escarpement du jurassique supérieur.

Terrains Jurassiques.

Jurassique supérieur ou Malm. Les terrains de ce groupe, d'une épaisseur totale de 300-400 mètres, appartiennent aux étages portlandien, kimmeridgien et séquanien, qui forment, par leur nature essentiellement calcaire, les escarpements ou le revêtement de la partie supérieure de la chaîne; l'étage argovien (200 mètres) et le séquanien inférieur, sont plutôt marneux et forment d'habitude, au pied des escarpements calcaires, des talus peu inclinés.

L'**étage Portlandien** offre à sa partie supérieure une zone do-

lomitique et marneuse, formée de bancs peu épais, alternativement calcaires et friables, et dont nous avons déjà décrit le rôle orographique dans les lignes qui précèdent. Le facies d'eau douce du **Purbeckien** fait absolument défaut dans la chaîne du Reculet. Il y a bien au Vuache, entre la base du valangien et le portlandien supérieur, une zone bréchiforme à fragments noirs, rappelant la brèche à cailloux noirs du mont Salève, mais, sauf sa position, il n'y a aucun indice autorisant à le considérer comme l'équivalent du purbeckien.

Le reste du portlandien est exclusivement calcaire et formé de bancs massifs; dans l'orographie, ce dernier forme, avec le kimmeridgien et une partie du séquanien, le massif portlandien-kimmeridgien.

L'**étage Kimmeridgien** ne peut être nettement distingué dans toute la chaîne. Dès le col de la Faucille jusqu'au Reculet, on le reconnaît facilement par son *facies coralligène*, calcaire blanc à grosses oolithes, contenant des *coraux*, des *Nerinées*, *Diceras*, etc. Au Grand-Crédo et au Vuache, il est impossible, par suite de l'absence de fossiles et du facies coralligène, de distinguer, dans le massif calcaire, le portlandien du kimmeridgien; une zone contenant quelques coraux indique encore vaguement le niveau coralligène du kimmeridgien.

L'**étage Séquanien** est formé, pour la partie supérieure, de bancs de calcaire massif gris ou jaunâtre, séparés de délits marneux, dans lesquels il est possible de trouver un certain nombre de fossiles caractéristiques: *Terebratulina substriata*, *Terebratula bisuffarcinata*, *Waldheimia Mœschi*, *Pecten*, *Pholadomya*, etc. Le séquanien inférieur est plutôt marneux et se lie, par son facies, à l'argovien. Sa faune est formée surtout de céphalopodes (*Ammonites Achilles*, *Amm. lictor*, *Amm. progeron*, *Amm. Guntheri*, *Amm. tenuilobatus*, etc.), fossiles des couches de Baden. La séparation de l'argovien d'avec le séquanien ne peut se voir dans les formes orographiques.

L'**étage Argovien** est extrêmement pauvre en fossiles; ses calcaires homogènes plaquetés alternant avec des marnes feuilletées ou argileuses se délitent facilement; les deux niveaux supérieurs, les *couches du Geissberg* et les *couches d'Effingen* ne se distinguent pas par leurs fossiles. La partie supérieure, plus calcaire, correspondrait à la première, et la base, à marnes feuilletées en prédominance, représenterait les couches d'Effin-

gen. Le facies est bien le *facies argovien*, quoique les fossiles fassent souvent défaut. L'épaisseur de l'étage est de 150-200 mètres, mais ce chiffre est incertain, à cause de la difficulté de tracer la séparation entre le séquanien inférieur et l'argovien ; en l'absence de fossiles, cette séparation ne peut pas partout se faire.

La base de l'argovien est marquée de la manière la plus nette par la présence du calcaire *spongitien*, ayant absolument le facies des *couches de Birmensdorf*. C'est une série de bancs calcaires peu épais, 10-20 centimètres, à surface rugueuse et séparés par des délits marneux. La couleur de la roche est gris-cendré et les fossiles se trouvent de préférence à la surface des bancs, *Ammonites plicatilis*, *Am. canaliculatus*, *Am. Henrici*, *Am. oculatus*, nombreux *spongiaires*, etc.

Jurassique inférieur ou *Dogger*. Le niveau des marnes à fossiles pyriteux de l'étage Divesien paraît être représenté par une certaine épaisseur de marne grise privée de fossiles. Sur plusieurs points existe bien nettement l'**étage Callovien**, soit les assises à *Ammonites Lamberti*, *Am. macrocephalus*, *Am. athleta*, *Am. anceps*, *Am. coronatus*, sans qu'il soit possible de séparer les *niveaux* distincts dans lesquels ces fossiles se trouvent habituellement. Ainsi dans l'un des gisements, à la Rivière près Chézery, l'*Ammonites Lamberti* se trouve dans la même couche avec *Am. coronatus*, *Am. anceps*, *Am. Bakeriæ* et *Am. athleta*. Le Callovien de la Platière (creux de la Faucille) offre dans la même couche : *Ammonites Parkinsoni*, *Am. anceps* et *Am. Backeriæ* avec *Nautilus hexagonus*, *Pholadomya avulum*, *Arcomya sinistra*, *Collyrites ringens*, etc. En présence d'un tel mélange d'espèces, il ne faut pas s'étonner de ne pas trouver distinctement tous les niveaux paléontologiques, très rapprochés du reste, qui ont été établis ailleurs entre le spongitien et le bathonien. A juger de l'ensemble de la faune, il est cependant fort bien visible que la faune de Chézery indique un niveau supérieur à celle de la Platière. Cette dernière renferme certaines espèces franchement calloviennes, tandis que bon nombre d'autres sont plutôt bathoniennes, ce qui est encore un motif pour rapporter le callovien au dogger.

Le Bathonien est le calcaire immédiatement inférieur au callovien. Dans la région de la Faucille, le seul niveau à découvert a le *facies* de la *dalle nacrée*, calcaire jaune ou roux plus ou

moins spathique, composé d'oolithes et de débris d'échinodermes (Pentacrines), spongiaires, bryozoaires, etc. Dans le ravin de la Rivière, près Chézery, le callovien repose sur des alternances de calcaire et de marnes, gris, semblables à l'argovien et qui renferment : *Acanthothyris spinosa* et *Ammonites Backeriæ*. Ce terrain, d'une épaisseur de 20-30 mètres, repose lui-même sur un calcaire échinodermique riche en polypiers, grandes *Terebratules* et *Pecten*, correspondant évidemment au calcaire à polypiers du Jura vaudois. C'est le terrain le plus ancien qui affleure dans la première chaîne du Jura. Le chaînon du Vuache ne laisse percer nulle part le jurassique inférieur, sauf dans le cirque de Longeray, près du fort de l'Ecluse, où le bathonien se présente de nouveau par son facies supérieur, la *dalle nacrée*, accompagnée de quelques bancs de marnes grises peu fossilifères.

CHAPITRE III

Région comprise entre le col de St-Cergues et le col de la Faucille.

Col de St-Cergues. Les divers chaînons que nous avons mentionnés précédemment dans la région du col de St-Cergues sont des voûtes du jurassique supérieur renfermant dans les synclinaux des lambeaux plus ou moins considérables de terrain néocomien.

En montant à St-Cergues par le village d'Arzier, on trouve d'abord une grande étendue de terrain glaciaire, avant de rencontrer, dans les carrières de la Violette, le *valangien inférieur* exploité. Les marnes d'Arzier, formant la base du valangien supérieur, se voient sur une grande longueur et atteignent ici une épaisseur de 4.5 mètres. La teinte de la roche est gris ardoise, interrompue par place par du jaune. Quelques bancs irréguliers plus durs coupent la couche marneuse. La série observée dans la grande carrière est la suivante :

VALANGIEN SUPÉRIEUR *b*. Calcaire jaune-roux . . . . . ?

Marne d'Arzier (Valangien supérieur *a*).

1. Marne jaune et grise dans le milieu. 0m55
2. Calcaire roussâtre oolithique, un peu plus marneux dans la moitié inférieure. 0m60
3. Marne jaune et grise par places, assez homogène, avec concrétions calcaires dans la partie supérieure. 0m90

Rynchonella Desori, Rh. valangiensis et *Terebratula arzierensis, Cidaris,* etc.

4. Calcaire marneux jaunâtre 0m35
6. Marne jaune gris-bleu, couleur ardoise dans le milieu et jaune vers la base où elle vient un peu plus calcaire, couche la plus fossilifère, comme 3 . . 2m20

VALANGIEN INFÉRIEUR *b*. Calcaire blanc ou jaune-clair très compact, marbre bâtard exploité.

Les marnes d'Arzier ont été appelées quelquefois valangien moyen; mais elles ne nous paraissent pas assez importantes au point de vue stratigraphique, ni assez différenciées par leur faune, pour mériter d'être considérées comme sous-étage moyen du valangien, au même titre que le calcaire roux ou le marbre bâtard. Par la plupart de ses espèces, la faune de la marne d'Arzier se lie à celle du calcaire roux et des marnes qui interrompent fréquemment ce dernier.

Il n'y a pas lieu de donner ici la liste des fossiles des carrières d'Arzier. Les publications de M. Loriol et de M. A. Jaccard nous en dispensent et nous renvoyons pour cela à ces ouvrages [1].

Dès la carrière de la Violette, on coupe dans la direction de St-Cergues, un bombement du valangien inférieur, formant le premier chaînon, avant de pénétrer dans le vallon, où est construit ce village. Ce pli synclinal renferme du néocomien moyen, caché en bonne partie par de l'erratique et des éboulis; la marne hauterivienne ne se voit nulle part. J'ai constaté, par contre, avant d'arriver au village, le calcaire jaune plus ou moins oolithique et spathique du hauterivien supérieur, renfermant quelques fossiles assez mal conservés :

[1] *P. de Loriol.* Monographie des couches de l'étage valangien d'Arzier. *Mat. p. l. paléont. suisse,* par F.-J. Pictet, livr. X et XI, 1868. M. de Loriol décrit dans cette étude 105 espèces fossiles des marnes d'Arzier, dont 38 appartiennent aussi au calcaire roux de la même localité.

A. Jaccard. Jura vaudois et neuch. Mat. pour la carte géol. suisse, VIII.

Serpula antiquata, Rœm.
Terebratula acuta, Qnst.
» *sella,* Sow.
Cardium impressum, Leym.
Fimbria corrugata, Sow.
Ostrea Couloni, d'Orb.

En sortant du village de St-Cergues, sur la **route des Rousses,** on traverse d'abord les couches du valangien fortement redressées et passablement bouleversées. Dans le voisinage d'une petite maisonnette, il y a plusieurs couches de marnes fossilifères dans le valangien inférieur ; ce dernier s'appuie sur une assez grande épaisseur de marnes dolomitiques gris-jaune et tachetées en bancs minces, appartenant sans doute au *purbeckien,* soit portlandien supérieur. En dessous de ces marnes apparaissent les calcaires portlandiens formant une voûte très bien accusée. La route la traverse et au point où l'ancienne route rejoint la nouvelle, la dolomie purbeckienne se retrouve sous forme de nombreux lits peu épais, en partie sableux ; mais pas plus ici qu'au gisement précédent, il n'est possible de découvrir des fossiles dans ce terrain, quoiqu'on l'exploite activement pour la fabrique de poteries de Nyon. M. Marcou[1] a donné une coupe de cette région pour motiver l'hypothèse d'une discordance entre le néocomien et le jurassique, disposition qu'il rend très apparente, mais dont M. Jaccard conteste la réalité[2]. La coupe naturelle que figure M. Jaccard me paraît en effet plus conforme à la situation des terrains et comme la discordance entre le néocomien et le jurassique n'existe pas sur le versant ouest de la voûte portlandienne, il n'y a aucune raison de vouloir la voir sur le versant est.

Il est difficile de relier cette partie du profil NE de la dépression du col à celui du flanc SW. La zone néocomienne du vallon de St-Cergues ne paraît pas se prolonger au SW du col. M. Jaccard la figure dans sa carte comme s'arrêtant brusquement. Il ne me semble pas douteux que c'est là une apparence, car à juger de certains changements dans la direction des couches, je crois devoir considérer le vallon de Vuarne comme étant le prolongement de celui de St-Cergues, quoi qu'il ne soit pas dans l'alignement direct de celui-ci. Ce vallon s'ouvre près du chalet de la St-Cergue, presque en face de la voûte portlandienne, que côtoie la nouvelle route. C'est par une poussée horizontale, par

[1] *Marcou.* Sur le néocomien dans le Jura, p. 16 et 17, pl. I, fig. 1.

[2] *A. Jaccard.* Sur le terrain d'eau douce infracrétacé. Mém. Soc. phys. et hist. nat. de Genève, t. XVIII.

un décrochement transversal à la chaîne, accompagné peut-être d'un affaissement de toute la région entre la Dôle et la dépression du col, que cette irrégularité s'est produite. Ce mouvement a peut-être créé une rupture transversale, mais il est possible aussi que ce ne soit qu'une simple inflexion, un décrochement incomplet. C'est ainsi que je le représente dans la petite carte. J'admets donc, jusqu'à preuve du contraire, que la zone néocomienne de St-Cergues se prolonge au S.-W. dans le **vallon du Vuarne**. Déjà à quelques pas à l'ouest du chalet de la St-Cergue, qui est bâti sur le valangien, on trouve le calcaire jaune à *Ostrea rectangularis* (hauterivien I); une couche marneuse qui affleure au bord du chemin, est passablement riche en fossiles :

Terebratula acuta, Qnst.
» *sella,* Sow.
Ostrea rectangularis, Rœm.
» *Minos,* Coq.
Ostrea Couloni, d'Orb.
Echinobrissus Olfersii, Ag.
Holectypus macropygus, Ag., etc.

Le fond du vallon du Vuarne est formé, à son entrée, par l'hauterivien supérieur; sur ses flancs se voit la dépression causée par la marne d'Hauterive. A mesure qu'on s'avance vers le haut du vallon, il devient plus étroit, et, au pied de la Dôle, il se ferme subitement, dominé à l'ouest par l'escarpement de cette sommité. Cet escarpement, formé par le calcaire portlandien et kimmeridgien, est dû à une faille; le pli très brusque du flanc ouest du vallon du Vuarne passe au pied de la Dôle à une véritable faille, en sorte que le calcaire néocomien qui supporte les chalets de la Dôle, vient buter contre le pied de l'escarpement jurassique. Cette faille n'est pas absolument rectiligne et longitudinale; près de la fontaine du chalet de la Dôle, l'escarpement fait un angle d'environ 130° et tourne à l'est; le pli synclinal du vallon du Vuarne se dessine nettement sur cette paroi jurassique, juste en dessous du chalet des Cropts. Cela montre donc clairement que la faille, d'abord longitudinale, passe au pied de la Dôle à une faille transversale.

Le calcaire jurassique de la **Dôle** perce au milieu des assises du néocomien comme un fond de bateau renversé; il s'enfonce sous le néocomien du côté du S.-W. Sur le versant ouest se trouve un petit vallon synclinal, il contient le chalet et les pâturages du **Leyseney**. Ce vallon est d'abord très étroit, resserré entre la Dôle et la petite arête valangienne de la Pétroulaz. Dans sa partie supérieure, il est rempli d'éboulis; plus bas, il

s'élargit et renferme, bien développés, les trois étages du néocomien; il s'élargit en même temps et forme enfin cette large région plus ou moins accidentée qui s'étend au S-E. du vallon des Dappes.

Le **chaînon de la Pétroulaz** est une voûte aiguë de jurassique supérieur qui perce à peine le valangien; ce dernier, avec les autres étages du néocomien, forment toute la région entre la Vasserode, la Pillarde et le Sonailley. Ce sont les calcaires jaunes oolithiques et spathiques du hauterivien supérieur qui se voient le mieux dans cette région de pâturages. Le synclinal du vallon de Leyseney est indiqué par une étroite zone de *calcaire urgonien inférieur* qui va dès la Pillarde jusqu'à la Vattay, où la route des Dappes entaille ce calcaire jaune. Au contour de la route, avant la Vattay, j'ai trouvé plusieurs échantillons de la *Terebratula Ebrodunensis*, Ag., un des fossiles les plus caractéristiques de ce sous-étage.

Le **vallon des Dappes** est formé d'un pli synclinal qui renferme aussi du néocomien. En suivant la grand'route, dès la Cure jusqu'au Tabaniou, on coupe successivement les trois étages néocomiens. Un peu avant le chalet des Dappes on trouve d'abord le *valangien inférieur* et le *calcaire roux*, avec peu de fossiles, suivi du calcaire à *Ostrea rectangularis* qui forme le bord de la route juste vis-à-vis du chalet des Dappes. Sur 20 à 30 mètres environ, on suit des alternances de calcaires oolithiques et spathiques gris avec des marnes grises assez épaisses; celles-ci ne se voient qu'imparfaitement dans les sillons du pâturage. C'est l'étage des *marnes d'Hauterive*, à en juger par les fossiles recueillis :

Toxaster complanatus, Ag.
Echinobrissus Olfersii, Des.
Pleurotomaria Bourgueti, Ag.
Natica Hugardi, d'Orb.
Panopœa neocomiensis, d'Orb.
» *cylindrica*, Pict. et Go.
Ostrea Couloni, d'Orb.
Lima undata, Lor.
Hinnites Leymerii, Desh.
Terebratula acuta, Qnst.
Rhynchonella multiformis, Rœm.
Serpula heliciformis, Rœm.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Spongiaires.

Il y a deux zones marneuses, séparées par un massif de calcaire jaune oolithique.

Le calcaire jaune oolithique du hauterivien supérieur se superpose à la seconde assise de marne et bientôt on trouve l'*urgonien inférieur*, calcaire jaune, plus clair que celui du hauteri-

vien supérieur qui renferme : *Panopæa neocomiensis*, *Rhynchonella lata* et des *Bryozoaires*. Vers le Tabaniou, on trouve même une certaine épaisseur d'*urgonien supérieur*, calcaire blanc compact avec *Requienia Ammonia*.

Route de la Faucille. Dès le Tabaniou, on redescend la série des couches et la route coupe d'abord en descendant toute la série néocomienne jusqu'au valangien qui affleure à la Malcombe, et dès cet endroit on remonte de nouveau la série jusqu'à l'urgonien de la Vattay.

Entre ces deux points, la série des terrains est la suivante : bientôt après avoir quitté le Tabaniou, on trouve une région ondulée où des dépressions indiquent les marnes d'Hauterive, et plus loin de nombreux affleurements, soit au bord de la route, soit dans les pâturages, permettent de constater l'importance du calcaire à *Ostrea rectangularis;* on trouve de nombreux et très grands échantillons de ce fossile. Avant d'arriver au contour rentrant que fait la route devant le bâtiment de la **Malcombe**, on trouve à gauche un petit affleurement d'une marne jaune ou grisâtre assez homogène, épaisse d'un mètre à peine; elle est en dessous d'un calcaire oolithique et spathique jaune-clair rempli de *Galeolaria neocomiensis* et de *Terebratula sella*. La marne est dans le voisinage du valangien supérieur et appartient au niveau du calcaire à Ostrea rectangularis ou hauterivien I. La faune qu'elle renferme est assez remarquable :

Serpula heliciformis, Rœm.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Terebratula sella, Sow.
» *salevensis*, de Lor.
» *acuta*, Qnst.
Panopœa neocomiensis, d'Orb.
Panopœa rostrata, d'Orb.
Pholadomya elongata, Munst.
Astarte transversa, Leym.
Lima Carteroni, d'Orb.
Pyrina incisa, d'Orb.
Echinobrissus Olfersii, d'Orb.

La *Pyrina incisa*, fossile relativement rare dans le néocomien moyen, est assez commune dans cette couche.

L'affleurement de cette marne est très restreint et la végétation reprend sur une certaine longueur, jusqu'au contour qui conduit à la *Malcombe*. Ici apparaît le valangien supérieur (val. II), sous forme d'un calcaire jaune-roux, renfermant de nombreuses *Pholadomya elongata* et la *Rhynchonella valangiensis*. Le calcaire gris-blanc compact du valangien inférieur suit en dessous. Ce terrain forme ici très distinctement une voûte, le prolongement de l'arête de la Pétroulaz. Sous une première

assise de 15 mètres de calcaire compact, apparaît, sur une épaisseur de 7 mètres, de la marne grise et jaune, grenue, oolithique et un peu calcaire ; j'ai recueilli les fossiles suivants :

Terebratula valdensis, de Lor.
Pholadomya elongata, Rœm.
Thracia vulvaria, d'Orb.
Venus, Sp.
Pleurotomaria Blancheti, Pict.
Natica prœlonga, Dsh.
» *lævigata*, Dsh.
Nerinea Blancheti, Pict.

Cette marne repose elle-même sur un nouveau massif de calcaire compact, d'épaisseur inconnue, car il forme le noyau de la voûte recourbée en forme de genou, dont la route coupe ici l'extrémité. Un petit ravin creusé au profit de la marne du côté vertical du pli, débouche en ce point dans la combe de Mijoux. La marne grise est de nouveau recouverte de 15 mètres de calcaire valangien blanc, plongeant en sens inverse. Il est ainsi manifeste que la marne est interposée au milieu du valangien inférieur. En l'exploitant on trouverait peut-être bien des fossiles intéressants de ce niveau peu constant et pas toujours fossilifère.

En s'approchant de la **Vasserode**, on dépasse bientôt le valangien inférieur pour rentrer dans le calcaire roux qui n'affleure guère, sauf sur un point où il offre une couche remarquable par l'abondance de gros *spongiaires* à structure concentrique.

Le *calcaire à Ostrea rectangularis* apparaît en dessus, on y trouve en grande abondance le fossile qui lui a valu son nom et de très grands exemplaires d'*Ostrea Couloni*. Une dépression traduit au-delà de la Vasserode l'emplacement du hauterivien marneux. Entre la marne de la Vasserode et la Conrade on coupe le hauterivien supérieur, calcaire jaune, gris, quelquefois roussâtre, toujours oolithique et spathique, interrompu, non loin de la Conrade, par plusieurs lits de marnes grises oolithiques assez riches en fossiles : belles Panopées *(P. neocomiensis, P. Dupini*, etc.). Après cette coupe, on entre dans l'urgonien inférieur affleurant près de la Vattay et que nous avons déjà mentionné plus haut.

A partir de la Vattay, les affleurements font défaut; la route entre un peu plus loin assez subitement dans le terrain jurassique, comme s'il y avait une faille ou un pli-faille entre le néocomien supérieur et le jurassique. Elle suit ce dernier terrain, assez fortement replié en genou et escarpé, jusqu'au col de la

Faucille, où elle coupe transversalement la chaîne et les terrains qui la composent.

La **combe de Mijoux** est le prolongement direct du vallon des Dappes; c'est un synclinal encaissé entre l'arête de la Serra à l'ouest et la chaîne de la Dôle à l'est. C'est sur son versant oriental que le pli anticlinal de la Pétroulaz s'efface entièrement pour faire place plus loin à une véritable faille. Le fond de cette vallée est à 1000 mètres d'altitude en moyenne. On y trouve le prolongement des bancs du néocomien, décrits plus haut, et d'après M. Benoît, il y aurait du gault, affleurant près de la source de la Valserine.

Le **versant oriental** de la chaîne, entre Genollier et Gex, n'offre rien de bien remarquable jusqu'à Divonne. La bordure néocomienne qui s'applique contre les dépôts jurassiques est en grande partie recouverte par l'erratique. Ce terrain apparaît par contre, entre Divonne et Gex, dans une position des plus intéressantes. Il forme, en effet, au pied de la chaîne du Jura, deux collines distinctes, la **colline de Vesancy** qui s'appuie, en forme de contrefort, contre le pied du Jura, et le **Mont-Mussy** ou **Mont-de-Mourex** qui s'élève à une distance d'environ un kilomètre de la colline de Vesancy.

Ces deux élévations sont le résultat d'un pli secondaire en forme de voûte rompue suivant la ligne de faîte. C'est le long de cette rupture qu'a été creusé le vallon de Vesancy qui les sépare. La colline de Vesancy et le Mont-Mussy présentent ainsi de part et d'autre de ce vallon, des bancs escarpés et plongeant en anticlinale. Les couches de la colline de Vesancy forment une synclinale avec celle de la chaîne du Jura, mais les dépôts erratiques recouvrent entièrement la zone de contact.

Le vallon de Vesancy est une apparition des plus intéressantes; on trouve sur ses deux côtés, à la même altitude, les mêmes bancs, coupés quelquefois verticalement. Du côté du Mont-de-Mourex, l'escarpement forme deux gradins pas très élevés, séparés par un replat bien accusé. Le versant de la colline de Vesancy a une pente plus régulière; il est recouvert jusqu'à une certaine hauteur de graviers glaciaires; ce dernier terrain comble aussi le fond du vallon.

Nous avons constaté au Mont-de-Mourex les trois étages du néocomien, dès l'urgonien supérieur au valangien inférieur; à l'extrémité sud apparaît même un peu de jurassique supérieur. Grâce aux nombreuses carrières ouvertes dans les diverses par-

ties de cette colline, il m'a été possible d'étudier la succession des assises et de recueillir des fossiles, à l'exception de la marne d'Hauterive qui est presque constamment invisible, recouverte qu'elle est par l'erratique et par les cultures.

Lorsqu'on monte au Mont-de-Mussy (nom spécialement appliqué à l'extrémité nord de la colline) par le chemin qui prend derrière le château de Divonne, on trouve d'abord, au-dessus du village d'Arbère, une carrière ouverte dans l'*urgonien* supérieur. Ce sont des couches de calcaire blanc, fortement redressées. A leur partie supérieure existe, sur une épaisseur de quelques mètres, du *calcaire saccharoïde* poreux, en partie imprégné d'asphalte. La position stratigraphique de ce calcaire asphaltifère en fait l'analogue de celui de St-Aubin et de la Presta dans le Val-de-Travers. Sur ce même chemin, on trouve un peu plus haut, à peu de distance au-dessus de la carrière, l'*urgonien inférieur,* soit les couches de la Russille, sous forme de calcaire blanchâtre ou jaunâtre compact, en couches minces vers le bas, où il est plutôt oolithique. J'ai trouvé dans un calcaire jaune oolithique des radioles de *Pseudocidaris clunifera,* Ag., de *Cidaris Lardyi,* Ag.; le *Goniopygus peltatus,* Des. A la base il y a deux intercalations marneuses jaunes qui m'ont fourni de nombreux exemplaires de *Terebratula russillensis,* de Lor.

En dessous des maisons de « *Sur Mussy* », on exploite, dans une carrière assez vaste, du calcaire spathique à texture grossière, jaunâtre ou grisâtre, parsemé de grains verts, et appartenant à l'étage *hauterivien supérieur.* Ce calcaire se fend facilement en dalles peu épaisses, disposées obliquement à la stratification, caractère qui se rencontre souvent dans les assises de la pierre jaune de Neuchâtel. Ces couches sont totalement dépourvues de fossiles reconnaissables, quoique composées elles-mêmes presque exclusivement de débris d'Echinodermes, de Bryozoaires, etc.

La région supérieure du monticule, entre Mussy et Mourex, est peu accidentée, couverte de taillis et de broussailles. C'est un plateau allant en s'élevant de Mussy (668 m.) jusqu'au pied du sommet, le Crêt de Mourex (757 m.), situé près du village de ce nom, à l'extrémité sud. On suit la dépression causée par la présence des marnes d'Hauterive; tandis que le calcaire hauterivien supérieur forme le flanc est entre Grilly et Divonne.

Dès le sommet du Crêt de Mourex le calcaire hauterivien supérieur descend jusqu'à Mourex et se voit encore presque au con-

tact de la mollasse (d'après M. Renevier). Le terrain hauterivien inférieur est à découvert sur plusieurs points au pied de ce crêt; il est marneux, mais entrecoupé de bancs calcaires spathiques. Aucun affleurement n'est assez grand pour acquérir quelque notion sur la série des couches, ni pour récolter des fossiles. En descendant du côté de Vesancy, on constate encore, au-dessus de l'escarpement, le calcaire roux, très ferrugineux par places, du valangien supérieur. J'y ai recueilli la *Nerinea Favrina*, Pict. et C.

A la sortie du village de Mourex, on trouve, en dessous du calcaire roux et immédiatement au-dessus du valangien inférieur, une zone marneuse ou marno-calcaire, grenue et oolithique de quelques mètres d'épaisseur, et qui paraît assez riche en fossiles. Par sa position stratigraphique et par sa faune, cette marne est absolument analogue aux **marnes d'Arzier.** On la remarque encore dans une grande carrière à l'extrémité nord du monticule, dans une position absolument identique.

A la suite de recherches réitérées, j'ai réuni la faunule suivante, soit à Mourex près du village *(M)*, soit dans la carrière près de la chapelle de Vesancy *(V)*, dont il va être question :

Galeolaria neocomiensis, de Lor. *M.*
Serpula antiquata, de Lor. *M. V.*
Terebratula valdensis, de Lor. *M.*
» *Germaini,* Pict. *M.*
Waldheimia villersensis, de L. *M.*
Waldheimia collinaria, de Lor. *M.*
Rhynchonella valangiensis, de Lor. *M. V.*
Rhynchonella Desori, de Lor. *M.*
Apporrhais, spec. *M.*
Tylostoma naticoide, P. et C. *M.*
Pholadomya elongata, Munst. *M.*
Anatina cf. Cornueli, d'Orb. *M.*
Cardium petilum, de Lor. *M.*
Cyprina Marcoui, d'Orb. *M.*
Lucina, spec. *M.*
Astarte elongata, d'Orb. *M.*
Trigonia Sanctæ Crucis, P. et C. *M.*
Lima Tombecki, d'Orb. *M.*
» *neocomiensis,* de Lor. *M.*
» *Nicoleti,* P. et C. *M.*
» *undata,* de Lor. *M.*
Janira valangiensis, de Lor. *M.*
Pecten arzierensis, de Lor. *M.*
Ostrea Couloni, d'Orb. *M.*
» *tuberculifera,* Koch et Dunk. *M.*
Monopleura valangiensis, Pict. et C. *M.*
Monopleura valdensis, P. et C. *M.*
» *corniculum,* P. et C. *M.*
Pygurus rostratus, Ag. *M. V.*
Phyllobrissus Duboisii, Des. *M.*
Orbitolina, spec. *V.*
Spongiaires, les mêmes qu'à Arzier, *Discœlia dumosa*, etc., *M.*

La colline de Vesancy est la contre-partie du Mont-de-Mourex; elle offre du côté du vallon de ce nom la même série de

couches, mais elles sont moins bien à découvert. Plusieurs carrières sont ouvertes au pied de cette colline pour l'exploitation du calcaire compact du valangien inférieur. La direction des couches est parallèle au Jura, le plongement d'environ 5° vers l'intérieur de la chaîne.

La carrière près de la chapelle de Vesancy m'a permis de constater, au-dessus du calcaire, la zone d'Arzier avec ses fossiles caractéristiques. La jonction des couches de la colline de Vesancy avec les terrains formant la chaîne proprement dite du Jura, ne se voit pas à cause du grand développement des dépôts erratiques qui s'élèvent en forme d'épaisses moraines tout le long de cette partie peu inclinée du pied du Jura. Il est donc d'autant plus extraordinaire que le *vallon de Vesancy* n'en soit pas entièrement comblé. Peut-être ce vallon est-il justement dû en partie à l'érosion glaciaire? Il est, dans tous les cas, fort probable que la présence de la glace a préservé ce vallon du remplissage par les dépôts morainiques, en admettant que son creusage soit antérieur à l'époque glaciaire; il est en effet difficile d'admettre que son érosion ou le déblaiement des dépôts glaciaires soit le produit du petit ruisseau qui le traverse actuellement. On pourrait aussi supposer que le Journan sortant du cirque de la Faucille et qui va grossir maintenant le London, aurait traversé autrefois ce vallon et que les dépôts glaciaires, augmentés de son propre cône de déjection, aient forcé ce torrent à se diriger vers le sud.

CHAPITRE IV

Col de la Faucille.

La route de la Faucille traverse, à l'altitude de 1223 m., la première chaîne du Jura, pour descendre sur le versant oriental dans le Pays de Gex. La coupure choisie pour le passage de cette route, ainsi que le vallon du Journan, enfoncé au pied de l'arête de la Faucille, sont des endroits très favorables pour l'étude tectonique et stratigraphique de la chaîne.

La structure de la chaîne est donnée par le profil 1, pl. II. Cette chaîne semble renfermer une voûte déjetée au N.-E., mais aussi du côté du vallon de la Valserine, les couches sont verticales ou déjetées à l'ouest. Un pli-faille fait toucher l'urgonien

ou la mollasse au jurassique près de Mijoux. Le haut de la montagne offre un large plateau incliné, couvert de forêts et de pâturages. Le vallon du Journan (combe d'Envers) est creusé sur la courbure anticlinale de la voûte. Le pli est très brusque, presque à angle droit, un vrai genou.

Le profil de pl. II, fig. 1, est sensiblement d'accord avec celui que donne M. Alph. Favre. En partant de Mijoux, dans la vallée de la Valserine, on traverse le jurassique supérieur; il ne m'a pas été possible de constater la présence du portlandien qui paraît être oblitéré par la faille le long du pied occidental de la chaîne. Le calcaire oolithique jaunâtre que l'on rencontre entre les deux lacets de la route, ainsi que le calcaire blanc, légèrement rosé en couches fracturées et fendillées, exploité près de l'auberge de la Faucille, appartiennent au kimmeridgien, à juger des fragments de polypiers qu'il renferme. Cette roche forme tout le plateau au S.-W. du col, jusqu'au Mont-Colomby. Sur le chemin conduisant au chalet du *Mont-Rond*, à 1500 m. environ de la route, j'ai trouvé un gisement riche en polypiers qui m'a fourni en outre l'*Ostrea solitaria*. La partie inférieure du kimmeridgien se voit le mieux en dessous du col de la Faucille, au pied du Mont-Turet; c'est une assez grande épaisseur (49-50 m.) de calcaire grossièrement oolithique; les oolithies ont jusqu'à la grosseur d'une noix et résultent incontestablement de la trituration des polypiers. Ceux-ci, le plus souvent méconnaissables, ainsi que les débris de *Nérinées*, *Ostrea*, etc., prennent une bonne part dans la formation de cette roche. L'âge kimmeridgien est du reste attesté par la superposition immédiate de cette oolithe aux calcaires séquaniens; elle occupe donc un niveau absolument correspondant à l'oolithe coralligène de Valfin, de St-Germain, d'Oyonnax, etc., fait que nous avons déjà démontré antérieurement [1], d'accord avec les constatations faites par M. Choffat et plus récemment par M. Bourgeat et de Loriol [2].

En dessous de l'oolithe de la Faucille, on trouve, en descendant la route, sur une quarantaine de mètres environ, des calcaires subcompacts homogènes, de couleur grisâtre ou jaunâtre.

[1] Sur la subdivision du Jurassique suisse. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1883, XVIII, p. 206.

[2] *De Loriol et Bourgeat.* Faune et stratigraphie des couches coralligènes de Valfin. *Mém. Soc. pal. suisse,* 1886-88, t. XIII, XIV, XV.

Dans la partie inférieure, ce massif est interrompu par plusieurs délits marneux de même couleur. La couche marneuse la plus élevée est gris-foncé et renferme une grande quantité de *Waldheimia humeralis* et *Waldheimia Mœschi*. Quelques mètres plus bas la roche devient plus jaunâtre, couleur lie de vin, et offre entre ses bancs, épais de 1 mètre à 1 m. 50, deux nouveaux délits marneux, jaunâtres, qui renferment surtout la *Terebratulina substriata*, Schloth., à côté des deux espèces précédentes. Il y a en outre un bon nombre d'autres fossiles séquaniens bien caractéristiques; en voici la liste complète :

Waldheimia humeralis, Rœm.
» *Mœschi*, May-Ey.
» *pseudolagenalis*, Mœsch.
Terebratula cf. subsella, Leym.
Belemnites astartinus, Etall.
Natica grandis, Munst.
Nerita cf. jurensis, Rœm.
Pholadomya hemicardia, Ag.
Pecten subtextorius, Munster.
Lima, spec.
Ostrea Bruntrutana, Rœm.

Une Ammonite mal conservée, trouvée dans les couches alternativement calcaires et marno-schisteuses formant le passage entre le séquanien et le facies argovien, paraît être *Am. (Perisph.) lictor*, Font.

Tous ces fossiles caractérisent les couches de Baden soit l'étage séquanien (astartien).

Une dépression qui se montre dès la base du séquanien est déterminée par les alternances marno-calcaires de l'argovien, dont on voit quelques séries le long de la route; les fossiles y sont rares, sauf dans le spongitien qui affleure près d'un pointement de calcaire oolithique jaune. Le spongitien est formé de bancs calcaires blancs à surface rugueuse, séparés par des délits marneux, dans lesquels on trouve les fossiles accolés par une de leur face contre le calcaire.

Un affleurement de calcaire oolithique jaune (dalle nacrée), coupé par la route, sépare ces assises de la série inverse des couches, formant l'autre jambage de la voûte; mais cette seconde série est imparfaitement visible à cause du développement considérable de l'erratique entre le spongitien et l'oolithe jaune. Le callovien ne se voit pas, sans doute, parce qu'il est écrasé par le plissement intense du jurassique inférieur; le pointement de ce dernier paraît pénétrer dans le terrain marneux de l'argovien et semble toucher, un peu plus haut, au calcaire séquanien. Donc ce ne serait pas seulement le callovien, mais encore une partie de l'argovien que l'écrasement a atteint (voir la carte).

Le **Cirque de la Faucille** contourne les ravins dans lesquels prennent naissance les deux embranchements du Journan. C'est une haute arête qui commence au col et se développe en forme de croissant, sur un peu plus de 4 kilomètres de longueur, jusqu'au pied du Mont-Colomby de Gex, pour se souder là à une arête, nommée le rocher du Château et qui s'abaisse rapidement du côté de la gorge du Journan, en formant ainsi la contre-partie de la première arête, d'où vient sans doute le nom de « Faucille ».

Le haut de la Faucille se compose de kimmeridgien et de séquanien, formant une série de pics de 1400 à 1600 m. d'altitude (le *Mont-Rond* a 1600 m.). Les bancs de l'argovien y sont peu inclinés et donnent lieu, au-dessous de l'escarpement, à un talus, qui se termine presque horizontalement au bord d'un nouvel abrupt, formé par le bathonien, au pied duquel coule le torrent du Journan qui a creusé son lit en partie entre ce calcaire et la seconde série argovienne fortement redressée.

Le palier horizontal, au pied du talus argovien, est formé par le spongitien et en partie par le callovien et la dalle nacrée. Un chemin en suit le bord, dès la route au contour au-dessus du Pailly, où affleure le spongitien dans un petit mamelon. En traversant les pâturages du Tabouret et de la Bessaz, on arrive près des **Platières.** On se trouve ici à l'origine d'un ravin que l'on peut gravir du fond du Journan; il permet de suivre toute la série du bathonien et on monte comme sur des escaliers à travers les bancs presque horizontaux du calcaire spathique. A la partie supérieure du ravin, un peu en dessous du chemin, puis sur ce dernier, jusque vers le chalet des Platières, on voit une succession de bancs alternativement marneux et calcaires, de couleur bleu-foncé sur la cassure fraîche, jaune à la surface par suite de l'oxydation. Le calcaire est oolithique et spathique, la marne légèrement grenue. La décomposition de la roche et le ravinement du chemin lui-même, facilitent le dégagement des fossiles très nombreux. Nous avons mesuré, entre le spongitien et le calcaire en dalles qui forme l'escarpement, la succession suivante :

5. Marnes grises, un peu feuilletées et homogènes . . . . 3 à 4^{m}
4. Calcaire plus ou moins décomposé et spathique . . . . 3^{m}
3. Calcaire jaunâtre spathique . . . . . 0^{m}20
2. Calcaire plus ou moins marneux, grenu (comme 4) . . . 1^{m}50

1.	Calcaire spathique .	0m35	Alternances de calcaire gris-jaunâtre oolithique et spathique avec des nuances grises ; peu ou point de fossiles. Total. 3m80
	Marne grise	0m26	
	Calcaire jaune . . .	0m35	
	Marne grise	0m25	
	Calcaire	0m48	
	Marne gr.	0m15	
	Calcaire	0m45	
	Marne	0m19	
	Calcaire	0m27	
	Marne	0m25	

Dalle nacrée, calcaire échinodermique jaune avec taches bleues, formant escarpement. Débris d'ostracés, crinoïdes... 120-130 m.

Les couches 4 et 2 sont surtout riches en fossiles ; la série n° 1 est pauvre et contient les mêmes espèces que les couches 2 et 4. Les couches 2, 3 et 4 se voient des deux côtés du ruisseau, surtout la couche 4; la couche 2 est mieux à découvert sur le chemin.

Voici la liste des fossiles recueillis à la suite de plusieurs recherches, les chiffres indiquent la couche où les fossiles ont été trouvés :

Belemnites hastatus, Sow. — 2 et 4, *r*[1].
Nautilus hexagonus, Sow. — 4.
Ammonites (Olcostephanus) anceps, Rein. — 2 et 4, *ac.*
» *(Parkinsonia) Parkinsoni,* Qnst. — 4, *r.*
» *(Parkinsonia) Parkinsoni var. planulatus.* — 4, *r.*
» *(Stephanoceras) Bakeriæ,* Sow. — 2, *r.*
» *(Stephanoceras) coronatus,* Schloth. — 5.
» *(Stephanoceras) macrocephalus,* Schloth. — 5.
(Ces deux derniers fossiles n'ont pas été trouvés en place, mais dans les éboulis à côté du chemin, au-dessus des couches 3 et 4, ensorte qu'il est permis de supposer qu'ils proviennent de la couche 5.)
Pholadomya ovulum, Ag. *var inornata.* — 2, *ac.*
» *cf. Murchisoni,* Ag. — 4, *r.*
Arcomya sinistra, Ag. — 2, *ac.*
Gresslya lunulata, Ag. — 2, *ac.*
» » *var ovata,* Ag. — 2, *r.*
Pleuromya tenuistria, Ag. — 2, *ac.*
Ceromya cf. tenera, Sow. — 2, *r.*
Mytilus gibbosus, Goldf. — 2, *ac.*
Pecten aff. *P. cingulatus,* Goldf. — 4, *r.*

[1] *c* = commun; *ac* = assez commun; *ar* = assez rare; *r* = rare.

Acanthothyris spinosa, Schloth. — 2, *c*, 4, *r*.
Terebratula circumdata, Desl. — 2, *c*, 4, *r*.
» *cf. Ferryi*, Desl. — 2, *r*.
Aulacothyris emarginata, Sow. — 2, *r*.
Collyrites ringens, Desm. — 2, *ar*.

Cette faune ne contient donc que *deux fossiles franchement calloviens (Am. anceps* et *Bakeriæ)*. Toutes les autres espèces sont indiquées par les auteurs comme se trouvant dans divers niveaux du dogger. Il faut donc abandonner notre première pensée d'attribuer cette zone fossilifère au callovien, en ne jugeant que d'après sa position stratigraphique, presque immédiatement en dessous du spongitien. Il est toujours remarquable de trouver là, associées dans une même assise, au-dessus de la dalle nacrée, des espèces qui occupent ailleurs des horizons assez distants dans l'oolithe inférieure. Ces faits lient cette assise d'autant plus étroitement au bathonien proprement dit, en la plaçant en dessous du callovien qui termine la série du dogger. La trouvaille faite de deux Ammonites *(Am. coronatus* et *macrocephalus)* supposées provenir de la marne grise n° 5, recouvrant notre bathonien supérieur, permettrait de considérer celle-ci comme le représentant du callovien proprement dit et peut-être aussi de l'étage divésien; mais nous n'en connaissons pas de fossiles trouvés en place.

La comparaison avec d'autres gisements montre encore plus clairement la liaison de cet horizon fossilifère avec le bathonien.

Les fossiles les plus fréquents caractérisent justement la partie moyenne et supérieure du bathonien. Ainsi au Furcil, près Noiraigue (canton de Neuchâtel), la *Terebratula circumdata* se trouve en grande abondance dans le calcaire roux en dessous de la Dalle nacrée, avec l'*Acanthothyris spinosa* et *Homomya gibbosa*. La Terebratule en question est absolument identique dans les deux gisements.

Un niveau fossilifère analogue à la zone des Platières, existe près de Tacon, sur la route de Châtillon de Michaille à Saint-Germain-de-Joux (Ain); il paraît être dans le bathonien supérieur. Le calcaire marneux de cette localité a un facies tout à fait semblable aux couches à *Terebrat. circumdata* des Platières, mais ce dernier fossile y est remplacé par la *Ter. Ferryi* Desl., espèce souvent difficile à séparer de la *Ter. circumdata*.

Voici, comme terme de comparaison, la faunule bathonienne de Tacon :

Ammonites Bakeriæ, Sow.
Pholadomya crassa, Ag.
» *texta,* Ag.
» *ovulum,* Ag.
Pleuromya tenuistria, Ag.
Gresslya latior, Ag.
Lima cardiiformis, Sow.
Inoceramus sp. très grand.
Natica sp.
Rostellaria sp.
Terebratula Ferryi, Desl.
Acanthothyris spinosa, Schloth.
Dysaster ringens, Desm.

Juste en dessus du chalet des Platières affleure le *spongitien,* soit les couches de Birmensdorf, formant un petit crêt, dont les bancs, bien séparés par suite de l'érosion des délits marneux, permettent de recueillir de nombreux fossiles. Il y a, à la base de ce niveau, un calcaire gris renfermant des grains noirs et verts (glauconie), le spongitien au-dessus, à environ 10-12 mètres d'épaisseur (Pl. II, fig. 1).

Les fossiles trouvés dans les couches de Birmensdorf sont les suivants (*FN*, espèces que nous avons aussi recueillies au gisement près de la Fontaine Napoléon) :

Am. [Perisphinctes] plicatilis, Sow. *[F. N.]*
» *Martelli,* Opp. *[F. N.]*
Am. [Harpoceras], Henrici, d'Orb.
» » *hecticus,* Rein. *[F. N.]*
» » *oculatus,* Phill.
» » *canaliculatus,* Munst. *[F. N.]*
» » *trimarginatus,* Opp.
» *(Oppelia] crenatus,* d'Orb. *[F. N.]*
» *[Aspidoceras) perarmatus,* Sow.
» *[Haploceras] erato,* d'Orb.
» *[Rhacophyllites] cf. tortisulcatus,* d'Orb. *[F. N.]*
Belemnites hastatus, Sow. et phragmocônes.
Apiocrinus.
Rhynchonella arolica, Opp.
Spongiaires nombreux dans les deux gisements.

L'argovien moyen et supérieur qui surmonte les couches de Birmensdorf, fournit, comme dans le Jura vaudois et neuchâtelois, des calcaires à chaux hydraulique, qui sont exploités sur plusieurs points du vallon du Journan pour les usines de Gex. Ces couches sont ordinairement très pauvres en fossiles; quelques *Ammonites* et quelques *Pholadomyes.*

CHAPITRE V

Versant oriental de la chaîne de Gex à Collonges.

Les couches jurassiques supérieures qui forment ce versant de la chaîne, s'enfoncent régulièrement au S.-E. avec des plongements variables qui ne dépassent que rarement 50°. Les assises néocomiennes se superposent au malm avec non moins de régularité. Peu apparentes au nord de Gex, à part dans le bombement de Vesancy-Mourex, les terrains néocomiens acquièrent, dans la partie sud-ouest de la chaîne, un développement croissant. L'erratique qui les recouvre plus au nord est moins développé; sans doute, parce que le flanc de la montagne, moins incliné et plus large, n'a pas conduit à la formation de moraines latérales dans la partie basse; mais c'est surtout l'inclinaison plus faible des couches qui a permis au néocomien de se maintenir bien plus haut. De nombreux ravins le mettent à découvert sous l'erratique.

C'est ainsi qu'on voit, déjà au sud de Gex, le valangien inférieur s'adosser contre le flanc de la montagne; près de Crozet se montre l'étage hauterivien qui, dès lors, se trahit constamment dans le relief, sans qu'il soit possible, sur aucun point, d'en voir une coupe complète. Près de Villeneuve, au sud de Crozet, nous voyons sortir au-dessous de l'erratique l'urgonien supérieur qui constitue d'abord le sous-sol d'un large plateau incliné qui s'étend jusqu'à St-Jean de Gonville et se poursuit, dès ce point, avec une plus forte inclinaison, jusqu'à la coupure du Rhône. Cette région m'a fourni les renseignements les plus précieux sur la stratigraphie du néocomien du sud du Jura.

Immédiatement au sud de Gex, la partie basse du pied du Jura est presque entièrement formée de dépôts erratiques, composés ici presque exclusivement de matériaux jurassiens provenant surtout du cirque de la Faucille; cette dépression a dû donner naissance à un assez fort glacier, affluent du grand glacier du Rhône et qui ne se confondait pas immédiatement avec la masse de celui-ci. Du reste les glaces jurassiennes ont joué un rôle assez notable dans la formation des moraines côtières sur le flanc de la chaîne. Entre Gex et le Fort de l'Ecluse, à partir d'une certaine hauteur sur le flanc du Jura, on voit les matériaux jurassiens prédominer de plus en plus sur les matériaux

alpins, puis vers 800 à 900 mètres, les débris alpins deviennent tout à fait rares.

Bordure néocomienne. Entre Gex et les Echenevex, le valangien seul a résisté à l'ablation pendant l'époque glaciaire; ses couches inclinées de 40 à 45° sont recouvertes jusqu'à une bonne hauteur de dépôts erratiques. Plusieurs carrières sont ouvertes dans cette roche, pour l'exploitation du calcaire compact blanc ou jaunâtre qui se trouve juste au-dessous du valangien supérieur.

Dans une carrière qui se trouve à 200 mètres environ au-dessus du hameau de la **Vaillière**, près de Gex, on exploite à la base du valangien inférieur des bancs assez épais d'un calcaire compact homogène gris-jaunâtre, parfois blanc, inclinés de 40° environ au S.-E.; ils sont souvent séparés par des délits marneux de faible épaisseur. Entre les deux bancs supérieurs est une couche de marne jaune, épaisse de 15 centimètres, renfermant beaucoup de fossiles. Ce sont surtout des gastéropodes, des bivalves et quelques oursins. (*Toxaster granosus*, d'Orb.)

Natica prœlonga, Desh.
» *Sautieri*, Pict. et C.
» *valdensis*, Pict. et C.
Natica Pidanceti, Pict. et C.
Mactromya cf. Couloni, Ag.
Pholadomya Gillieroni, Pict. et C.

Les fossiles les plus communs sont *Pholadomya Gillieroni* et *Mactromya cf. Couloni.*

Un autre gisement, dans une ravine plus au S.-W. au-dessus du hameau de **la Pierre**, m'a fourni des fossiles du même niveau, mais contenus dans une roche plutôt jaunâtre, interrompue par des marnes gris-bleuâtre, un peu oolithiques, également fossilifères.

Entre Crozet et les Echenevex, il y a une dizaine de carrières, en partie abandonnées, dans lesquelles on exploite les bancs supérieurs du valangien inférieur, le vrai marbre bâtard, excellente pierre de taille, qui s'enlève facilement. Deux faits rendent cette partie du pied de la chaîne fort intéressante; c'est d'abord la disposition presque horizontale des bancs et leur plongement N.-W. vers l'intérieur de la chaîne, ce qui accuse un pli secondaire, répétition de l'accident de la colline de Vesancy. Cette disposition se remarque très bien dans une carrière au-dessus du hameau de Naz et mieux encore dans un couloir au nord de cette carrière (Fig. 2, pl. II). Une seconde constatation qui rappelle l'analogie avec la colline de Vesancy,

c'est la présence entre le valangien inférieur et le calcaire roux du valangien supérieur, d'une zone marneuse grise ou jaune dans laquelle j'ai recueilli : *Rhynchonella valangiensis*, *Rh. Desori*, *Terebratula valdensis*, de nombreux *Pecten* et *Lima*, ainsi que le *Phyllobrissus Duboisii* et des *Spongiaires*. C'est donc bien la zone d'Arzier. Elle est le mieux visible dans la carrière, dite des Roches, au-dessus du village d'Avouzon ; il y a environ 5 m. d'alternances marno-calcaires surmontées par le calcaire roux. Le calcaire valangien inférieur exploité renferme assez souvent de beaux exemplaires de *Natica Leviathan*, Pict. et Camp.

Près du village de **Crozet** apparaît le *Néocomien moyen*, jusqu'alors caché sous l'erratique bordant le pied de la chaîne. En montant dans un couloir qui débouche au-dessus du village, on peut suivre toute la série de couches, dès la marne d'Hauterive, dont on ne voit cependant que la base, jusqu'au valangien inférieur. Ce dernier est fortement redressé contre la chaîne du Reculet ; on l'exploite dans la carrière supérieure de Crozet, dans laquelle se voit encore la zone d'Arzier. Le pli secondaire, constaté sur Avouzon, n'existe plus ici, et au valangien inférieur se superpose le calcaire roux, en dalles ou bancs de faible épaisseur ; c'est un calcaire spathique jaune et roux, contenant par places beaucoup de rognons siliceux disposés dans le sens de la stratification ; on le voit dans la carrière inférieure de Crozet.

Encore plus bas, dans le même ravin, sur le bord duquel sont les carrières, se trouve le point le plus intéressant de cette région, sous forme d'un affleurement d'*hauterivien inférieur*, niveau du calcaire à *Ostrea rectangularis*. On distingue sur le flanc sud du ravin, juste à la sortie du village (Pl. II, profil 3) :

1. La base des *marnes d'Hauterive* (Hautr. II), marnes jaunes et grises avec *Toxaster complanatus*, visibles sur 1 mètre à peu près ; le reste est recouvert par le glaciaire.

2. Le calcaire à *Ostrea rectangularis* (Hautr. I), formé de deux niveaux :

b) Zone a Bivalves.

Calcaire jaune et roux plus ou moins marneux vers le haut, rendu quelquefois spathique par la présence de débris d'échinodermes. Il y a trois bancs séparés par des délits marneux, en tout . . . . . $2^m.70$

Marne jaune schisteuse . . . . . $0^m.45$

a) Zone a Galeolaria et Spongiaires.

Calcaire spathique jaune à taches verdâtres . .	$0^m.45$
Marne grenue jaune, plus calcaire vers le bas .	$0^m.55$

3. Le calcaire roux à lentilles siliceuses (valangien supérieur) suit immédiatement au-dessous de cette couche.

Les bancs du calcaire à *Ostr. rectangularis,* niveau ordinairement très pauvre en fossiles, sont remarquables dans cette localité par leur riche faune, montrant à la fois la liaison intime de cette assise avec l'étage hauterivien et l'indépendance de sa faune, qui en fait un niveau stratigraphique distinct.

La couche inférieure *a* renferme une grande quantité d'*Ostrea rectangularis, Ostrea minos;* l'*Ostrea Couloni* est plus rare. La *Galeolaria neocomiensis* y forme des faisceaux de 20 à 30 centimètres de longueur. La *Terebratula sella* est assez commune. On y trouve aussi des articles de *Pentacrinus neocomiensis* et des *spongiaires* en abondance *(Elasmostoma neocomiensis* et *Peronella dumosa,* sont les mieux caractérisés et les plus communs).

Les couches du niveau *b*, par contre, renferment à côté de l'*Ostrea rectangularis,* plus rare, des échantillons gigantesques de l'*Ostr. Couloni;* il y a de nombreuses *Panopées (P. rostrata* et *neocomiensis), Astarte, Venus,* etc., et la *Fimbria corrugata,* très commune, plusieurs *Arca* et *Trigonia.* Le fossile le plus abondant est la *Terebratula sella,* dont j'ai recueilli plus de 100 exemplaires, de toute taille et de toutes les variétés de forme; la *Ter. acuta* est rare; plus fréquente est la *Rhynchonella multiformis,* dont on ne trouve que la variété renflée et très grande. On rencontre souvent aussi l'*Echinobrissus Olfersii* et le *Pseudodiadema rotulare.* Je n'ai trouvé, par contre, qu'*un seul* échantillon du *Toxaster complanatus* et deux du *Holaster Lardyi.*

La couche *a* m'a fourni 27 et la couche supérieure près de 50 espèces de fossiles, dont beaucoup sont propres à la marne d'Hauterive. Voici les listes complètes :

Couche a, *à Galeolaria et spongiaires.*

Dent de *Saurocephalus.*
Belemnites pistilliformis, Blnv.
Cardium peregrinum, d'Orb.
Pecten Goldfussi, Dsh.
» *Robinaldi,* d'Orb.
Lima undata, Dsh.
Lima Orbignyi, d'Orb.
Ostrea Couloni, d'Orb.
» *rectangularis,* Rœm.
» *Minos,* Coq.
» *tuberculifera,* Koch. et D.

Ostrea Cotteaui, de Lor.
» *Loriolis*, Pict. et C.
Avicula Carteroni, d'Orb.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Serpula antiquata, Sow.
Terebratula acuta, Quenst.
» *sella*, Sow.
Elasmostoma neocomiensis, de L.
Elasmostoma crassa, From.
Elasmocœlia seqnana, From.
Peronella dumosa, From.
Actinofungia porosa, From.
Lateratubigera neocomiensis, d'O.
Multicavea neocomiensis, de Lor.
Pentacrinus neocomiensis, de Lor.
Cidaris muricata, Roem.

Couche b, *à bivalves.*

Belemnites pistilliformis, Blnv.
Am [Hoplites] neocomiensis, d'O.
Pleurotomaria neocomiensis, d'O.
Panopœa Carteroni, d'Orb.
» *rostrata*, de Lor.
» *neocomiensis*, d'Orb.
» *arcuata*, Ag.
Astarte transversa, Leym.
» *Beaumonti*, d'Orb.
Cyprina Marcoui, de Lor.
» *cf. Deshayesi*, Leym.
Fimbria corrugata, Sow.
Opis Loriolis, Pict. et C.
Arca Cornueli, d'Orb.
» *Gabrielis*, Leym.
Trigonia ornata, Ag.
» *caudata*, Ag.
» *cincta*, Ag.
» *carinata*, Ag.
Mytilus subsimplex, d'Orb.
Lima undata, Desh.
Lima longa, Rœm.
Gervillia anceps, Desh.
Avicula Carteroni, d'Orb.
» *Cornueli*, d'Orb.
Pecten Archiaci, d'Orb.
» *Oosteri*, de Lor.
» *Carteroni*, d'Orb.
Janira neocomiensis, d'Orb.
Ostrea Couloni, d'Orb.
» *Loriolis*, Pict. et C.
» *rectangularis*, Rœm.
» *Etaloni*, Pict. et C.
Rynchonella multiformis, Rœm.
» *Gillieroni*, Pict.
Terebratula acuta, Quenst.
» *sella*, Sow.
» *cf. salevensis*, de L.
Waldheimia villersensis, Pict.
Terebratula russiliensis, de Lor.
Serpula antiquata, Sow.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Toxaster complanatus, Ag.
Holaster L'Hardyi, Dub.

Le calcaire à *Ostrea rectangularis* est généralement pauvre en fossiles, sauf l'*Ostrea rectangularis*, qui lui a valu son nom, et l'*Ostr. Couloni* avec la *Terebr. sella;* et grâce à son facies particulier, on a parfois confondu ce niveau avec le valangien supérieur, erreur d'autant plus facile à commettre qu'on trouve aussi l'*Ostrea rectangularis* et la *Terebratula sella* dans le valangien supérieur, quoique plus rarement. Or, il résulte des deux listes ci-dessus que la faune de ce niveau se lie le plus étroitement à celle de la marne d'Hauterive, que son affinité avec le valangien est au contraire extrêmement faible ; le seul fossile de ce dernier étage, le *Waldh. villersensis* n'est pas entièrement

certain, l'unique échantillon trouvé étant un jeune. En somme, j'ai l'impression que la zone à *Ostrea rectangularis* est un niveau très constant à la base de l'étage hauterivien, dans toute la région méridionale du Jura; nous le trouverons constamment à la base de cet étage, dans le prolongement méridional de la chaîne, au Mont-Salève et dans le voisinage d'Annecy jusqu'à Chambéry. Dans le nord, son facies varie; il devient marneux, mais le caractère de la faune reste le même. Les trois fossiles cités plus haut persistent, l'*Ostrea rectangularis* avec de grandes *Ostr. Couloni*, forment des bancs à huîtres, contenant de nombreux *Terebratula sella*, des *Spongiaires* et des *Bryozoaires;* c'est avec ces caractères qu'on trouve ce niveau à la base de l'étage hauterivien de Vaulion, du Mont de Chamblon, à Ste-Croix, etc. Dans le canton de Neuchâtel, nous retrouvons ce facies dans la marne à *Am. (Olcostephanus) Astieri,* entre le Locle et Villers-le-Lac. La constance de ce facies à Ostracées nous force presque d'en faire un *sous-étage* au même titre que la marne d'Hauterive et le calcaire jaune de Neuchâtel; c'est donc l'*hauterivien I.* Le gisement de Crozet est le point le plus septentrional où existe le calcaire à *Ostrea rectangularis*, au pied du Jura; c'est le point de passage du facies calcaire au facies marneux à Bryozoaires et bivalves.

Au sud-ouest de Crozet, les étages néocomiens s'élèvent de plus en plus sur la pente de la montagne. La station fossilifère décrite est à 590 mètres; plus au sud, au-dessus de **Thoiry**, la combe hauterivienne est déjà à 840 m. On voit sur ce palier des granges et même des habitations, tels que les maisons du Pré-Logis et d'En Beule (842 m.) sur Allemogne, La Chaume, Les Poyes sur Thoiry (840 m.), et plus au sud, au-dessous de Farges, La Crête, le Replat (830 m.) et les Soies. Enfin, sur Ecorans, le point culminant de l'hauterivien est à 935 m., au Pré Cusin.

Les ravins qui sillonnent la pente mettent à découvert, à plus d'un endroit, des profils partiels du néocomien, en dessous de l'épaisse couverture d'erratique. C'est le hauterivien supérieur et le calcaire à *Ostr. rectangularis* qu'on a le plus de chance de trouver bien à découvert, quelquefois même la marne d'Hauterive. Au-dessus des combes hauteriviennes, on trouve partout le calcaire à *Ostr. rectangularis*, suivi du valangien supérieur, souvent assez riche en spongiaires. Dans un couloir entre le Replat et les Soies sur **Farges**, j'ai recueilli les fossiles suivants, dans la marne d'Hauterive:

Terebratula acuta, Qnst.
» *semi-striata,* d'Orb.
Rhynchonella multiformis, Rœm.
Serpula antiquata, Sow.
Nautilus, Sp.
Cardium subhillanum, Leym.
Cyprina bernensis. Leym.
Astarte gigantea, Leym.
Plicatula asperrima, d'Orb.
Ostrea Couloni, d'Orb.
Toxaster complanatus, Ag.

Au *Pré Cusin,* sur le sentier qui descend du Grand Crédo sur Ecorans et Collonges, j'ai également constaté un affleurement de marne d'Hauterive avec :

Panopaea Carteroni, d'Orb.
» *neocomiensis,* d'Orb.
Astarte transversa, Leym.
Toxaster complanatus, Ag.
Holaster L'Hardyi, Dub.
Terebratula acuta, Qunst.

Plus haut, dans le valangien supérieur, on trouve de nombreux *spongiaires*, et, dans le valangien inférieur, j'ai trouvé une *Natica Sautieri.* Une combe valangienne marque, entre 900 et 1000 mètres, la zone marneuse de la base du valangien et les dolomies portlandiennes (voir pl. II, profils 3-6).

Dès le Pré Cusin, la bordure néocomienne s'abaisse rapidement du côté du sud, en passant peu au-dessus de Collonges, pour descendre jusqu'au niveau du Rhône et se souder à celle du Mont Vuache, sur la rive opposée.

Au-dessous du palier hauterivien que nous venons de suivre, les couches plongent bientôt plus faiblement. L'erratique y gagne en épaisseur, en recouvrant sur une grande étendue les terrains crétacés du pied de la montagne.

Au pied de la chaîne s'étend l'*urgonien supérieur,* formant un assez large plateau peu incliné, couvert en partie d'erratique. Plusieurs grandes carrières ont été ouvertes dans ce terrain qui fournit de l'excellente pierre de construction. Une carrière près de **Villeneuve** montre ce calcaire au-dessous des graviers glaciaires; les couches sont peu inclinées, la roche compacte ne fournit que peu de fossiles, sauf quelques dents de *Pycnodus.* Mais cette localité est rendue intéressante par la présence de nombreuses fissures traversant le calcaire urgonien et dans lesquelles est contenu du *bitume visqueux* qui s'écoule lorsqu'on fait sauter la pierre. Dans ces mêmes crevasses se trouve une masse argileuse, sorte de bolus bleuâtre ou gris veiné de jaune, ou rubané et qui contient des cristaux de pyrite. Cette circonstance rappelle les crevasses remplies de bitume visqueux du Mormont, du Mont de Chamblon, etc., lesquelles se

trouvent dans le voisinage immédiat d'éjections sidérolithiques et de bolus et argiles bleues pyritifères. Ces constatations pourraient motiver la conclusion que le bitume provient d'un terrain plus profond que son gîte actuel et qu'il a suivi — ce qui est, du reste, très compréhensible, — les mêmes voies que les éjections sidérolithiques. Je ne veux aucunement soutenir par cela la communauté d'origine entre le bitume et le sidérolithique, j'écarte même *à priori* toute idée semblable, mais il serait possible que les eaux thermales sidérolithiques aient motivé le dégagement du bitume par l'action de la chaleur sur le gîte primitif de cette matière ; ce dernier est peut-être à chercher dans certains schistes liasiques. Cela expliquerait les crevasses remplies de la même matière dans le bathonien des Epoisats près Vallorbes et du Furcil. La partie supérieure de certaines crevasses dans la carrière de Villeneuve est comblée de grès grisâtre micacé que l'on pourrait bien attribuer à la pénétration de dépôts miocènes ayant recouvert autrefois l'urgonien.

C'est avec les mêmes allures que l'on trouve l'urgonien supérieur dans toutes les nombreuses carrières, à **Sergy, Allemogne, Thoiry, St-Jean-de-Gonville**, etc. Dans plusieurs de ces carrières on trouve des couches contenant la *Requienia Ammonia* et des colonies du *Sphærulites Blumenbachi* en épais faisceaux ; la *Nerinea Crozetensis* y est fréquente.

De nombreuses sources s'échappent de fissures dans la nappe urgonienne dans le voisinage des villages cités. Elles sont sans doute produites par les eaux d'infiltration circulant à la surface de l'urgonien inférieur imperméable ou bien à la surface de la marne d'Hauterive. A **Ferrières**, bâti sur l'urgonien, il y a une grande source périodique qui est sans doute le trop-plein d'un cours d'eau souterrain.

Au sud de St-Jean-de-Gonville, l'inclinaison des couches devient plus forte, le plateau urgonien se rétrécit en conséquence.

Dans une carrière près de **Farges**, on exploite un niveau intéressant à la base de l'urgonien. C'est un calcaire renfermant la *Terebratula russilliensis*, des *Serpules* et la *Lucina urgonensis*. Une couche marno-calcaire gris-verdâtre affleure en boutonnière dans le même endroit; elle contient l'*Heteraster Couloni, Ag.* en grande quantité Ce terrain appartient à l'urgonien inférieur. Un couloir descendant de la montagne, au-dessus de Farges, met à découvert ce même terrain (profil 6, pl. II). C'est une marne plus ou moins calcaire, bien stratifiée, de teinte

grise, un peu verdâtre, épaisse de 2m.50. Elle contient une quantité prodigieuse d'*Heteraster Couloni*, assez mal conservés du reste. Quant à la position stratigraphique de cette assise, elle me paraît correspondre à la zone supérieure de l'urgonien inférieur, la zone à Echinodermes du Mormont et de la Russille. Elle contient, comme celle-ci, des ramifications en relief, peut-être des empreintes laissées par des fucoïdes.

Au-dessus d'**Ecorans** existe encore une carrière dans l'urgonien supérieur qui m'a fourni de nombreux fossiles, entre autres des Gastéropodes.

En arrière du village de **Collonges**, au pied du Grand-Crédo, on exploite aussi l'urgonien à *Requienia*, qui renferme à sa base une marne grisâtre avec le *Pygaulus Desmoulinsi* Ag. et *Heteraster Couloni*. Voici la liste complète des fossiles urgoniens trouvés dans cette région (Th. = Thoiry, Coll. = Collonges, Ec. = Ecorans, Vil. = Villeneuve, *cv.* = couche verte) :

Pycnodus Couloni, Ag. — Vil.
Nerinea Crozetensis, Pict et C. — Th.
Pseudomelania Germaini, Pict. et C. — Th. *cv.*
Tylostoma elliptictum, Pict et C. — Ec.
Pleurotomaria sp. — Th., *cv.*
Pterocera pelagi. — Th., *cv.*
Venus obesa, Pict. et C. — Th.
Fimbria corrugata, S. — Ec., *cv.*
Cardium peregrinum. — Th., *cv.*
Monopleura urgoniensis. — Th.
» *Michaillensis*, Pict. et C. — Th,
Requienia Ammonia. — Th. Coll. Ec.
Sphærulites Blummenbachi. — Th., *cv.* Coll. Ec.
Pygaulus Desmoulinsi, Ag. — Coll. *cv.* Th. *cv.*
Botryopygus cylindricus, Des. — Th. *cv.*
Heteraster Couloni, Des. — Coll.

Sidérolithique de Collonges. — Dans la carrière abandonnée au-dessus de Collonges se trouvent plusieurs crevasses comblées d'un sable siliceux mêlé d'argile ferrugineuse jaune et qui a été utilisé autrefois. Un vrai dépôt de cette même matière a été exploité au S. de ce village, pour la poterie et la briqueterie, après séparation de la silice par lévigation. L'un et l'autre de ces sédiments appartiennent au sidérolithique, dont nous trouverons encore des traces au Mont-Vuache.

Déjà dans les carrières entre Ecorans et Thoiry, nous avons constaté de nombreuses traces du passage des eaux sidérolithiques, soit sous forme de simple coloration de la roche, soit de véritables remplissages de sables siliceux, jaune ocre, de bolus jaune ou bleu grisâtre avec cristaux cubiques de pyrite.

Les carrières sur le village de Collonges sont des stations très intéressantes. Dans la première carrière, les ouvriers ont extrait d'une crevasse de l'urgonien supérieur un gros bloc de minerai de fer oxydé, d'aspect scoriacé, mais très dur et qui ressemble à certaines masses ferrugineuses trouvées dans des crevasses de l'urgonien du Salève.

La seconde carrière est remarquable par une sorte de caverne assez spacieuse comblée autrefois entièrement de sable siliceux blanchâtre et jaunâtre relié par un ciment argileux peu adhérent. On en trouve encore dans le fond et sur le flanc nord de l'excavation. Dans le milieu de la crevasse se voit un amas de bolus jaune presque pur. On n'en voit pas les limites dans la profondeur, où le remplissage de sable ferrugineux n'a pas été enlevé ; il se pourrait donc qu'elle se continue et qu'elle s'enfonce encore loin dans les couches. La direction horizontale et transversale aux couches, qui sont presque verticales, ne permet pas de l'envisager comme une simple crevasse, mais bien plutôt comme une cavité due à l'*érosion* des eaux sidérolithiques et comblée ensuite par le dépôt décrit. Ce dernier porte, du reste, toutes les traces de ce mode de formation ; il a une stratification assez apparente indiquée par des lignes, des traînées de teintes variées de jaune, mais qui se contournent comme les teintes panachées des jaspes et des agates ; c'est une sorte de stratification contournée indiquant le mode de pénétration et de remplissage de ces dépôts après le creusement des cavernes par les eaux. Ce caractère est très constant chez les cheminées d'éjection et doit être en corrélation avec le bouillonnement qui a accompagné les éruptions sidérolithiques. Des dépôts formés antérieurement ont été entraînés de nouveau par des éruptions plus fortes et cela explique la pénétration de l'argile au milieu d'un remplissage de grès sableux.

Le *dépôt sidérolithique,* mentionné plus haut, repose sur les bancs de l'urgonien ; il se trouve à un kilomètre environ au sud de Collonges ; la route entame sur ce point une certaine épaisseur de sable siliceux, contenant une proportion notable d'argile ocreuse, servant de lien aux grains siliceux ; la teinte varie du jaune ocre au rouge brique. Par leur nature pétrographique, ces sables sont identiques à ceux qui remplissent les crevasses des carrières de Collonges ; comme ceux-ci, ils sont entièrement privés de carbonate de chaux. Par sa position au-dessus des couches urgoniennes assez fortement inclinées, ce dépôt paraît

être le produit d'une éruption sidérolithique sortie par une cheminée analogue à celle constatée dans la carrière de Collonges et nous pouvons appuyer cette manière de voir par le fait que ces sables ne sont pas stratifiés régulièrement comme les dépôts formés dans un bassin lacustre; ils sont, au contraire, très enchevêtrés; sur une faible étendue le terrain sableux jaune, gris, rouge ou blanc saccharoïde alterne avec des dépôts plus argileux, sans qu'il y ait passage insensible de l'un à l'autre, et ces dépôts se pénètrent comme des sédiments torrentiels. Selon toute apparence, ces diverses variétés appartiennent à autant d'éruptions successives; chaque nouveau dépôt ayant entamé et remanié quelques-uns des précédents. D'après le talus auquel ce dépôt donne lieu au-dessus de l'urgonien, en contrepente de la route, on peut estimer son épaisseur à 15 m. tout au plus et son étendue horizontale à 50 m. de longueur, pour autant du moins que les dépôts erratiques permettent de s'en assurer.

On a essayé d'exploiter ces sable argileux pour la fabrication des briques réfractaires et des creusets de fusion.

CHAPITRE VI

Arête supérieure de la chaîne entre la Faucille et le Grand Crédo.

De la Faucille au Reculet. — On peut suivre cette arête dans toute sa longueur, soit en longeant la ligne de faîte, soit en côtoyant les deux flancs dans le voisinage de celle-ci.

Les deux arêtes qui entourent la profonde entaille de la Faucille, se réunissent un peu au nord du **Mont Colomby**[1] **de Gex**. Cette dernière sommité est formée par les couches séquaniennes offrant un repli secondaire remarquable, repli que l'on retrouve, dès lors, dans toute la longueur de la chaîne, jusqu'au sud du Reculet (Pl. II, fig. 2, 3 et 4). Le profil, fig. 2, qui passe par le **Montoisey**, sommité au sud du Mont Colomby, montre la disposition des couches, telle qu'on peut la voir assez distinctement sur le col qui franchit la chaîne au sud du Montoisey. Ce sont les couches de l'argovien supérieur et du séquanien que ce contournement atteint. Un banc marneux, intercalé dans la

[1] Mont-Colombier, sur la carte suisse et sur la carte jointe à ce mémoire.

série presque verticale, au-dessous du sommet du Montoisey, m'a fourni :

Terebratula bisuffarcinata, Schl.	*Waldheimia humeralis,* Rœm.
Waldheimia Mœschi, May-Ey.	

A un kilomètre plus au sud existe un col plus profond, le **col de Crozet**, que l'on utilise souvent pour traverser la chaîne; le point culminant est à 1460 m. Dans le vallon qui le précède, se trouve un petit lac à 1292 m. d'altitude. Ce col pénètre assez profondément dans l'étage argovien, et comme au passage plus au nord, on retrouve aussi ici le double repli de ces couches, quoique un peu modifié; il a la forme de deux voûtes peu accentuées, séparées par un synclinal écrasé (Pl. II, fig. 3). Les couches du séquanien à *Amm. tenuilobatus* sont largement à découvert près du chalet de Parquoi; à leur base jaillit une belle source, sur le versant oriental du col. L'argovien qui leur succède est également riche en Ammonites.

L'arête, entre le col de Crozet et le sommet du Reculet, a un aspect assez uniforme. Le pli secondaire des couches marneuses du séquanien et de l'argovien ne se trahit presque pas extérieurement, parce que le massif calcaire séquanien supérieur et kimmeridgien a été poussé par-dessus sans participer bien visiblement à ces contournements. Telle doit être la disposition des couches autour du **Crêt du creux de la neige**. La couverture de jurassique supérieur y forme un plateau incliné, entrecoupée de profondes fissures, dans lesquelles la neige persiste tard en été; le sol étant ainsi drainé par ces fissures, la surface du plateau est desséchée et souvent couverte de débris de roches. Entre le Crêt du creux de la neige (1723 m.) et le sommet du Reculet existe un passage assez élevé; on y arrive par le vallon de Sur Thoiry.

Le sommet du **Reculet** (1720 m.) est une véritable butte, sorte de pyramide de couches presque horizontales, posée sur un plan peu incliné et dominant un vallon ou ruz assez profond, dans lequel se trouvent les pâturages d'Arderens. On constate aussi dans cette région l'existence du double pli qui suit la ligne de faîte de la chaîne. Le pli occidental se développe davantage dans cette partie, il se déjette même un peu à l'est, et le pli oriental s'efface presque entièrement. On voit ces contournements sur la paroi nord du vallon d'Arderens avec une grande netteté, lorsqu'on se place un peu au sud du Mont Reculet, de

même que sur la petite arête qui sépare les deux embranchements supérieurs du dit vallon. Le vallon de Sur Thoiry et ceux d'Arderens offrent de beaux affleurements du séquanien et de l'oxfordien supérieur. Dans l'un et l'autre de ces terrains on trouve beaucoup d'Ammonites. Nous avons recueilli, à Arderens et à Sur Thoiry, les fossiles suivants attestant le séquanien inférieur ou couches de Baden :

Ammonites (Perisphinctes) Roberti, de Lor.
» » *Achilles,* d'Orb.
» » *lictor,* Font.
» » *progeron,* d'Amon.
» » *balnearius,* de Lor.
» *(Oppelia) tenuilobatus,* Opp.
» » *Greenackeri,* Mœsch.
» *(Aspidoceras) acanthicus,* Opp.
Natica cf. Georgeana, d'Orb.
Pholadomya hemicardia, Rœm.

Du Reculet au col du Sac. Au sud du Reculet, l'arête supérieure s'abaisse rapidement; la voûte se déjette de plus en plus à l'ouest, et, à moins d'un kilomètre de cette sommité, cette voûte s'entr'ouvre subitement en mettant à nu, sur le versant occidental de la chaîne, toute la série jurassique jusqu'au bajocien. Cette ouverture est due à l'effondrement du flanc occidental de la voûte déjetée (pl. II, fig. 5). L'étroite arête de **la Roche**, formée de calcaire séquanien en lambeaux détachés, surmonte la série des couches jurassiques plus anciennes qui se succèdent, en coupe naturelle, jusqu'au fond de la vallée. Nous reviendrons à parler de ce profil.

Sur le versant oriental de la chaîne il y a également une légère rupture mettant à découvert les couches marneuses du séquanien inférieur. Le léger palier, produit par cet accident longitudinal, est très visible; plusieurs chalets sont construits au milieu de beaux pâturages. Ce terrain se voit encore au passage du Gralet qui conduit de St-Jean de Gonville à Chézery, dans la vallée de la Valserine. En suivant l'arête culminante, dès le Reculet jusqu'au passage du Gralet, on constate un abaissement considérable de la chaîne. Cet abaissement coïncide précisément avec l'énorme déjettement de la voûte et il est à supposer que, sans cet accident, sa hauteur serait la même qu'au Reculet. Du Reculet à la pointe de la Roche (1648 m.) il y a un abaissement de 72 m.., de la Roche à Gralet plus de 200 mètres. Plusieurs des

pointes de cette arête sont de petits lambeaux de calcaire séquanien, placés, sans appui latéral, sur le soubassement marneux du séquanien inférieur et de l'argovien, dans lesquels sont taillés les cols qui les séparent. Le plongement des couches du côté du versant E. n'est cependant pas assez fort pour menacer leur stabilité.

Près du chalet de la **Patrouille** se montre un changement subit dans les allures de la chaîne. Il y a une différence frappante entre les profils 5 et 6, pl. II, pris à quelques kilomètres de distance. Sur le flanc ouest de la chaîne surgit le contrefort de la Mantière, avec un vallon synclinal écrasé, dont nous rechercherons plus loin l'origine. Tout cela constitue, avec le changement de la direction de la chaîne, une énigme, dont il est fort difficile de trouver la solution. Constatons seulement qu'à partir de la Patrouille, l'arête qui allait du N.-E. au S.-W., prend une direction exactement N.-S. pour dévier ensuite, à un kilomètre de là, un peu au S.-E.; la différence avec la direction précédente est de 130° à l'est. C'est la direction qu'a aussi le chaînon du Vuache. La hauteur moyenne dans cette région est de 1400 à 1450; elle s'abaisse même à 1385 mètres au col du Sac qui conduit du vallon de la Mantière à Farges. C'est au sud de ce col que s'élève le massif du *Grand Crédo* (1624 m.).

CHAPITRE VII

La vallée de la Valserine en aval de Mijoux.

Entre Mijoux et Bellegarde, la Valserine coule au fond d'une vallée très étroite qui présente successivement une série de phénomènes géologiques des plus intéressants à étudier.

De Mijoux à Lelex, l'aspect est tout à fait régulier. Le torrent serpente sur un fond uniformément incliné, sans chutes, ni accidents indiquant une modification dans la structure géologique de la cuvette synclicale qui forme cette vallée. Le versant ouest présente des gradins réguliers, dûs à la succession des trois étages néocomiens adossés contre le flanc du plateau des Molunes. Le fond lui-même de la vallée est assez large, rempli de quelques amas d'alluvion entre Lelex et Fernaz; il y a même d'assez importants dépôts de mollasse sableuse et marneuse, tout à fait semblable à la mollasse aquitanienne du bassin

suisse. Entre Fernaz et Lelex, sur le versant E., en amont de la route, ce terrain miocène forme des collines boisées bien apparentes. J'ai trouvé à l'entrée du village de Lelex des empreintes de feuilles, dans une mollasse grossière, grise et micacée qui a été exploitée. Le dépôt se continue jusque vers la Gentille et la Peicharde en amont de Lelex. Plus haut, les amas d'éboulement et quelques dépôts glaciaires recouvrent ce terrain qui paraît toutefois exister encore au fond de la vallée, à l'approche de Mijoux. On pourrait s'attendre à trouver aussi sur le flanc E. de la vallée, au pied du Mont-Colombey et du Cret-du-Creux de la Neige, une bordure néocomienne semblable à celle du versant opposé, mais comme sur la route de Mijoux à la Faucille ce terrain ne se montre sur aucun point! Quoique j'aie fait à plusieurs reprises des recherches spéciales dans le but de découvrir le néocomien, il m'a été impossible de constater le moindre affleurement. Au-dessus de la Gentille, près Lelex, le jurassique supérieur apparaît presque immédiatement après avoir quitté les collines mollassiques et la même disposition se présente en aval de Lelex, lorsqu'on s'élève jusqu'au chalet du Ratou, près du passage de Crozet. Le chalet de la Cathéline, un peu plus haut, est déjà en plein séquanien. Au Ratou le portlandien à Nérinées fortement incliné, sert d'appui à une petite combe sur laquelle s'échelonnent plusieurs chalets.

L'absence de la bordure néocomienne entre Mijoux et Fernaz et le contact de la mollasse avec le portlandien, ne peuvent s'expliquer que par un pli-faille, ainsi que nous l'avons déjà constaté au col de la Faucille. Ce pli-faille ressort des profils 2, 3 et 4 et surtout du profil 5, pl. III.

La petite combe de Ratou se poursuit presque horizontalement dans la direction du sud, jusqu'au pied du Cret-du-Creux de la Neige. C'est toujours le portlandien supérieur qui borde cette combe; le kimmeridgien se voit sur la pente en amont.

Un peu au S.-E., près des chalets de **Malay**, le calcaire kimmeridgien est traversé par deux filons de minerai de fer oxydé qu'on a tenté d'exploiter, mais sans succès paraît-il. Ce minerai a une texture compacte; sa couleur va du brun-clair au noir-brillant. Les filons ont de 0.30 à 0.80 m. d'épaisseur. Le plus épais des filons a été entamé sur deux points à environ 35 m. de distance verticale. L'exploitation inférieure est à 1290 m. d'altitude. Le minerai se compose presque exclusivement de fer oxydé, 97.4 °/₀. Ce minerai paraît être dû à des sources ferrugi-

neuses, ayant tour à tour érodé le calcaire sur leur passage et comblé le creux par des dépôts ferrugineux.

En descendant la vallée entre **Fernaz** et **Chézery**, on chemine d'abord sur la mollasse, jusqu'à un kilomètre au sud de Fernaz; en cet endroit, qui est exactement au pied du Crêt de la Neige, la disposition de la vallée se modifie : La Valserine sort du thalweg du pli synclinal, pour suivre, plus à l'est, la faille entre l'urgonien, surmonté de mollasse, et l'escarpement jurassique. A environ un demi-kilomètre plus au sud, la rivière tourne brusquement à l'ouest et coupe le synclinal urgonien et la mollasse qui s'y trouve pincée, pour suivre, dès lors, la combe hauterivienne, entre le valangien et l'urgonien, ainsi que le montrent les profils 4 et 5, côté ouest (pl. II). La route de Chézery, qui cotoie la gorge à 100 mètres environ au-dessus du torrent, suit le pied de l'escarpement urgonien sur quatre kilomètres.

Avant de s'introduire dans cette gorge, la route entame, sur une certaine longueur, le dépôt de mollasse qui comble le pli synclical de l'urgonien; c'est une mollasse grise, marneuse, à veines de gypse fibreux surmontant des marnes bariolées de rouge qui sont sans doute le représentant de la mollasse rouge ou aquitanien inférieur. Comme la mollasse à feuille de Lelex est superposée à ce terrain, elle correspondrait à l'aquitanien supérieur, ou peut-être même à l'étage langhien.

Les environs de Chézery offrent un aspect des plus saisissants pour le géologue. Tandis qu'entre Fernaz et Chézery, la route et la Valserine, suivent la sombre gorge creusée aux dépens de la marne d'Hauterive, entre le valangien et l'urgonien qui surplombe la route, la synclinale rejetée sur la rive gauche se resserre de plus en plus, entre le crêt urgonien et le pied de la paroi du Reculet. Le déjettement de la voûte du Reculet est ici très accusé; sur un point, le jurassique supérieur semble reposer sur la mollasse (profil 5, pl. II). Ce profil se présente naturellement au regard, lorsqu'on remonte la vallée de Chézery à la Rivière. On voit distinctement la grande voûte penchée vers l'ouest; le portlandien et le kimmeridgien ont été enlevés par les éboulements et l'érosion glaciaire, et le puissant massif de calcaire urgonien, supportant la mollasse, s'enfonce, sans la moindre courbure, sous le flanc renversé de la grande voûte déjetée. L'exploration du petit vallon de la Chaz permet de

constater, sous les éboulis et le glaciaire qui remplissent l'espace entre le pied de la voûte jurassique et le crêt urgonien, quelques affleurements de mollasse marneuse et des grès; en suivant ce vallon, on peut revenir au point où la route de Lelex entaille les marnes à gypse fibreux.

Près du hameau de la *Rivière* commence la vallée de Chézery proprement dite: le torrent de la Valserine, sortant de sa gorge, coupe une seconde fois le massif urgonien, cette fois en sens inverse, pour regagner, à sa gauche, le pli synclinal abandonné pour un moment, tandis que l'urgonien s'adosse contre le flanc ouest de la vallée, au pied du Crêt-Chalain; la combe hauterivienne est très bien accusée dans le petit enfoncement nommé la *Noire-Combe,* entre Chézery et le Foug des Prés, vis-à-vis de la Rivière. Dès cette dernière localité, jusqu'à Chézery, la Valserine suit le pied des bancs urgoniens. A Chézery même, ceux-ci sont recouverts de marnes et calcaires verdâtres et sableux qui appartiennent peut-être à l'aptien ou bien au rhodanien.

Le versant E. de cette partie de la vallée est d'un puissant intérêt. Déjà la voûte déjetée qui se profile au nord-est, au-dessous de Rivière (fig. 5, pl. II), est un spectacle que l'on n'oublie jamais, mais à cela s'ajoute encore la superbe arête de la Roche, avec ses dentelures surmontant la série des assises jurassiques, mises à découvert par l'écroulement de toute une moitié de la montagne sur plus de 7 kilomètres de longueur. A un kilomètre environ au sud du Reculet s'ouvre, sur le flanc ouest de la montagne, un profond ravin qui entaille les couches de l'argovien; puis, à quelques centaines de mètres plus bas, le callovien et le bathonien. Le torrent du Troublery y prend naissance; la rapidité de la pente et la forme évasée des ravines qui se réunissent, occasionnent parfois des crues très subites de ce torrent et de vraies débâcles de pierres; de gros blocs sont alors projetés, sur le large talus de déjection, à travers l'étroite ouverture réservée entre l'argovien inférieur et le bathonien. Quand il est à sec, ce ravin est assez facile à gravir; je l'ai parcouru en montant et en descendant. Après l'étroite entrée, vient un élargissement entre le spongitien et le bathonien. La zone callovienne proprement dite, oolithe ferrugineuse avec marnes en faible épaisseur, contient de nombreux fossiles. J'ai trouvé, soit en place, soit dans des blocs détachés, les espèces suivantes:

Ammonites (Stephanoceras) coronatus, Brug.
» » *cf. tumidus,* Zieth.

Ammonites (Stephanoceras) Bakeriæ, Sow.
» *(Harpoceras) hecticus,* Hartm.
» » *lunula,* Zieth.
» *(Olcostephanus) anceps,* Rein.
» *(Peltoceras) athleta,* Phil.
» *(Cosmoceras) Jason,* Zieth.
» *(Amaltheus) Lamberti,* Sow.
Belemnites hastatus, Blv.
Terebratula, sp.

L'épaisseur n'est pas considérable, deux mètres au plus, plutôt moins. Au-dessous vient une faible épaisseur de calcaire jaune, du facies de la Dalle nacrée, puis des alternances nombreuses de bancs calcaires gris, homogènes, avec des marnes grises plus ou moins schisteuses et contenant: *Stephanoceras Bakeriæ*, Sow. et *Acanthothyris spinosa*, d'Orb. C'est donc le bathonien, affectant un facies particulier; il atteint une épaisseur de 80 mètres, puis vient un terrain plus compact, calcaire jaune-brun ou gris foncé, souvent un peu siliceux, renfermant de nombreux polypiers et des spongiaires siliceux. Parmi les premiers, M. Koby a reconnu *Isastræa Bernardi*, d'Orb., une des espèces les plus fréquentes du calcaire bajocien à polypiers du Jura bernois et salinois.

J'ai en outre trouvé dans ce niveau :

Terebratula ventricosa, Zieth.
Terebratula sub-bucculata, Chap. et Sow.
Rhynchonella obsoleta, Sow.
Mytilus, spec. ind., etc.

Ce calcaire correspond donc bien au *bajocien* ou *calcaire à polypiers* du Jura vaudois. Il forme le bord sud d'un second ravin qui se joint au premier et prend son origine près du chalet de l'*Alpine*, bâti au sommet même de la voûte que décrit ce calcaire. La nature plus compacte de cette roche fait qu'elle forme régulièrement un petit contrefort au-dessous du talus des terrains plus marneux qui le surmontent; c'est sur ces contreforts que sont construits un certain nombre de chalets à peu près au même niveau que celui de l'Alpine. Le chemin qui descend de ce chalet à la Rivière est taillé sur toute la longueur dans cette roche et il est possible de recueillir là de nombreux fossiles, soit dans le calcaire, soit dans les interstratifications marneuses.

De nombreux petits torrents descendent du pied de l'arête de la Roche et chacun offre, dans le sillon qu'il a creusé, une coupe

naturelle de toute la série des couches, dès le bajocien jusqu'au séquanien. Un bon nombre d'entre eux sont accessibles et leur exploration fournirait des données stratigraphiques importantes.

De Chézery à Confort. — Nous venons de voir que près de Chézery la Valserine coule de nouveau sur l'urgonien et sur des couches pouvant appartenir à l'aptien. Ces premières se relèvent aussitôt à l'ouest pour s'adosser contre le pied de la chaîne du Crêt Chalain. L'autre rive est couverte de dépôts considérables dus aux glaciers et aux éboulements, mais surtout au charriage des torrents nombreux qui descendent sur ce versant de la vallée.

Au sud de Chézery, près de **Forrens**, on exploite du *calcaire urgonien asphaltifère.* C'est un calcaire de composition crayeuse, quand il est privé de bitume; la couleur varie, d'après la proportion du bitume, du brun clair au brun foncé. Par places, la couleur est d'un blanc éclatant, alors que tout autour la roche est imprégnée de bitume. On a creusé plusieurs galeries dans ce calcaire et on peut constater les inégalités de l'imprégnation de la roche bitumineuse, qui contient aussi des fragments de calcaire compact non imprégnés. Il y a aussi dans plusieurs endroits des fissures remplies d'une argile verdâtre, semblable à celle qui se trouve parfois dans les crevasses comblées de dépôts sidérolithiques. Le massif urgonien, dont fait partie cette zone asphaltifère, a une grande épaisseur; il est coupé, plus loin, par le petit torrent qui se jette dans la Valserine, près de Forrens; la route de Montanges traverse ensuite toute la série du néocomien, entre dans le jurassique supérieur, pour retrouver, un peu avant le Pont d'Enfer, le néocomien, du valangien à l'urgonien. Il est donc évident que sur cette longueur de trois kilomètres à peine, entre Forrens et le Pont d'Enfer, près Champformier, la route coupe une voussure jurassique avec bordure néocomienne de chaque côté. Cette voussure est le chaînon qui porte plus au nord le sommet du Crêt Chalain.

La Valserine et la route de Confort, qui se développe parallèlement à cette rivière, offrent le même profil, avec une netteté encore plus parfaite. Entre Chézery et le Grand Essert, les affleurements sont en partie cachés par les amas de terrain de transport. Au sud de ce hameau, on entre dans le jurassique; un kilomètre plus au sud, la voûte que l'on traverse obliquement offre au centre le calcaire argovien bien à découvert; bientôt le plongement se renverse et le calcaire supérieur borde de nouveau la route; un kilomètre plus loin, on passe dans la

deuxième zone néocomienne, qu'il est possible cette fois de suivre couche par couche. Cette modification dans l'aspect de la vallée est vraiment remarquable. La voûte jurassique, qui précédemment se trouvait sur la rive droite de la Valserine, passe ainsi sur la rive gauche; elle s'intercale entre cette rivière et la première chaîne du Jura, en formant le petit massif de la Mantière, ainsi que le montre le profil 6, pl. II.

Voici la coupe du néocomien, telle que je l'ai relevée en venant de Confort, soit en remontant la vallée :

URGONIEN II. Calcaire à *Requienia Ammonia,* formant un petit plateau entre le Crêt et la Mulaz.

URGONIEN I. Etage de la Russille.

Calcaire jaunâtre, compact ou oolithique, avec coraux 15 à 20m
Calcaire jaune oolithique 3m
Calcaire fissuré, jaunâtre, oolithique, en couches brisées; piquants de *Cidaris* 12m

HAUTERIVIEN III. Étage de la pierre jaune.

Marne gris-jaune, oolithique, plus ou moins calcaire à la base 2m50
Calcaire fracturé, avec feuillets marneux gris, *Panopœa arcuata, P. Carteroni* 2m50
Calcaire jaune, oolithique, en dalles 6m
Marne jaune clair, *Panop. attenuata, P. lata* 1m20
Calcaire oolithique jaunâtre, en dalles 2m20
Marne jaune, plus ou moins calcaire 0m80
Assise calcareo-marneuse, jaunâtre. 4m
Marne jaune homogène, très imparfaitement visible; *Ostrea Couloni, Spongiaires, Serpula* 12m
Calcaire jaune, spathique, en dalles, avec quelques feuillets marneux. 8m
Marno-calcaire gris, oolithique, fossiles nombreux : *Terebrat. Marcoui, T. semi-striata, Serpula antiquata, Pect. Archiaci, P. Robinaldi, Lima undata, Ostrea Minos, O. Couloni, Venus Cornueli, Cardium peregrinum, Echinobrissus Olfersii, Bryozoaires, Spongiaires,* etc. 1m50
Calcaire jaune oolithique et spathique, en dalles . . 9m

HAUTERIVIEN II. Etage des marnes d'Hauterive.

Marne homogène, jaune 7m
Galeolaria neocomiensis, Terebrat. acuta, Waldh. pseudo-jurensis, Rhynch. multiformis, Pleurotomaria Bourgueti, Panopœa neocomiensis, Venus, Car-

dium, Janira neoc., Ostr. Couloni, Hinnites, Spongiaires.

Alternances calcaireo-marneuses, en couches minces 2m5
Calcaire spathique (échinodermique), jaune, en dalles 3m5
Marne grise homogène, blanche et argileuse à la base, *Ostrea Minos, O. Couloni, Cardium* 10m

HAUTERIVIEN I. Etage du calcaire à *Ostr. rectangularis.*

Marnes et bancs calcaires jaunes en alternances . . 9m
Marne grise schistoïde et sableuse 6m

VALANGIEN II. Etage du calcaire roux de l'Auberson.

Calcaire jaune en dalles 1m50
Marne gris-jaune schisteuse, *Wald. Tamarindus* . . 1m50
Calcaire roux, oolithique, en dalles 11m
Marne jaune, oolithique, *Cyprina* 3m

VALANGIEN I. Etage du marbre bâtard.

Calcaire compact blanc, en gros bancs, devenant jaunâtre vers le bas et se divisant en bancs plus minces 12m
Marnes et calcaires gris en lits peu épais, *Fimbria corrugata* 2m50
Calcaire compact blanc, épaisseur inconnue, la suite disparaît sous les éboulis. . . . . ?

Cette coupe montre la constance des niveaux paléontologiques du néocomien et la modification qui se manifeste surtout dans la composition de l'étage hauterivien, par l'apparition de couches marneuses dans l'étage de la pierre jaune et de bancs calcaires dans les marnes d'Hauterive, ce qui tend à effacer la différence de facies de ces deux étages ailleurs si distincts.

Après avoir traversé les trois étages du néocomien, la route suit une sorte de corniche formée par l'urgonien presque horizontal et qui correspond au petit plateau du Ladai, de l'autre côté de la gorge de la Valserine. Près du Crêt, l'urgonien supporte un dépôt d'argile verdâtre sans fossiles; c'est peut-être de l'aptien comme à Chézery ou bien du gault.

Jusqu'à Confort on suit constamment cette corniche urgonienne, qui surplombe la gorge de la Valserine. Entre le Crêt et la Serpentouse, on constate que la voûte jurassique du chaînon de Mantière se rompt et se déjette, un crêt escarpé montre des bancs coupés à pic, au pied desquels l'urgonien paraît *horizontal;* c'est qu'un pli-faille oblitère totalement l'hauterivien et le valangien jusqu'à la Mulaz, où l'on voit le chaînon tout entier

s'abaisser graduellement, puis disparaître sous l'urgonien et les dépôts plus récents qui remplissent le bassin de Bellegarde. Celui-ci n'est autre chose qu'un élargissement du synclinal de la Valserine et de celui de Champformier-Montanges et qui n'a pu prendre ce développement que grâce à la déviation sud-est de la chaîne du Grand Crédo. Dans cette large cuvette s'étalent les couches du crétacé moyen (gault et aptien), les mollasses miocènes, recouvertes à leur tour par des alluvions anciennes et le glaciaire. Sa largeur atteint plus de 15 kilomètres entre la chaîne du Grand Colombier et celle du Crédo. Le Gros Foug surgit à l'extrémité sud, comme un lointain prolongement du chaînon de la Mantière - Crêt-Chalain, qui s'efface près de Confort.

Le **vallon ou combe de la Mantière** se montre très bien lorsqu'on se trouve sur la route entre Lancrans et Bellegarde. Il se présente comme un grand couloir devenant de plus en plus étroit, à mesure qu'on s'élève entre la petite arête jurassique à l'ouest et le Grand Crédo. Deux chemins y conduisent. L'un suit la ravine creusée dans la marne d'Hauterive, entre l'urgonien et le valangien recouvrant le jurassique du dit chaînon ; l'autre suit le fond du pli synclinal entre les deux bordures urgoniennes. Ce petit vallon renferme aussi de la mollasse, des marnes et du grès grossier, gris. Ce dernier est imprégné par places de bitume visqueux ; on a essayé de l'exploiter près de Boge. Un peu plus haut, entre le Château et la Pelaz, on trouve du grès vert du gault, avec de nombreux fossiles. L'urgonien est un calcaire compact blanc, qui forme encore un épais massif près de la Grange Velour, au pied de l'arête jurassique qui relie la chaîne de la Roche au Grand Crédo.

La marne d'Hauterive ne se voit que rarement, mais bien l'étage hauterivien supérieur, dans lequel nous avons recueilli quelques fossiles près de la *Maison-Neuve,* sur le chemin de la Mantière à Chézery. Un marno-calcaire spathique verdâtre du hauterivien inférieur m'a fourni sur le même point :

Terebratula acuta, Qnst.
Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Serpula antiquata.
Ostrea Couloni, d'Orb.
Ostrea rectangularis, Rœm.
Pecten Cottaldi, d'Orb.
Pecten Robinaldi, d'Orb.
Avicula Cornueli, P. et C.
Fimbria corrugata, Sow.
Astarte numismalis, d'Orb.
Trigonia cincta, Ag.

Le calcaire de l'hauterivien III :

Waldheimia tamarindus, Sow.	*Spongiaires.*
Fimbria corrugata, Sow.	

Quant au valangien, il présente des *Nérinées* et quelques *Gastéropodes* mal conservés.

Ainsi que nous l'avons déjà constaté, il n'est pas facile de relier les couches crétacées de ce petit vallon synclinal élevé, aux assises néocomiennes qui forment le fond de la vallée de Chézery ; et pourtant les observations, faites entre le Grand Essert et Confort, ne laissent pas de doutes sur les relations entre les couches de part et d'autre. Le fait que le néocomien ne peut pas être suivi de la Grange-Velour à Chézery est peut-être attribuable à ce que les effondrements qui ont démoli le flanc de la chaîne de la Roche, ont atteint aussi ce pli qui en forme un contrefort. A cette difficulté se joint encore le fort développement des graviers erratiques dans toute cette région.

Près de Grange-Velour, l'urgonien du vallon de la Mantière, plongeant à l'est, butte contre l'escarpement jurassique de l'arête de la Patrouille (pl. II, fig. 6). Il y a donc ici contact anormal dû, sans doute, au prolongement du même pli-faille constaté en amont de Chézery, à Fernaz, à Lelex, etc. Il est intéressant de constater la grande différence de niveau qui existe entre le néocomien de Mantière et celui de Chézery appartenant, tous deux, au même pli synclinal, le premier dans un état très écrasé et le second assez largement ouvert. Au sud de Grange-Velour le pli-faille s'efface, dès le col du Sac sur la Mantière jusqu'à la Charmante, on peut suivre encore, sur une certaine longueur, la bordure néocomienne, sur le flanc du Grand-Crédo.

Sur le passage de Grange-Velour au col du Sac, j'ai recueilli dans la marne d'Hauterive :

Terebratula acuta, Qnst.	*Astarte helvetica*, Pict.
Panopæa lata, Ag.	*Ostrea Couloni*, d'Orb.
» *Carteroni*, d'Orb.	*Toxaster complanatus*, Ag.
» *arcuata*, Ag.	*Holaster L'Hardyi*, Ag.
» *neocomiensis*, d'Orb.	*Phyllobrissus neocomiensis*, Ag.

Au-dessus de la Charmante, près Lancrans, la combe hauterivienne est à 830 m. Encore plus au sud l'erratique, très développé, recouvre en bonne partie ce terrain, jusqu'au Creuchat, où affleurent l'urgonien et le hauterivien, dont nous décrirons plus loin la disposition remarquable.

Il ne rentre pas dans le plan de ce travail de décrire les terrains du bassin de Bellegarde et nous renvoyons, pour cela, à la littérature y relative.

CHAPITRE VIII

Le massif du Grand-Crédo.

Cette montagne se place comme un nœud à l'extrémité de la chaîne du Reculet. Elle en est séparée par le vallon du **col du Sac** qui entaille sa couverture séquanienne jusqu'aux marnes de l'argovien. De toutes parts la pente de la montagne est très rapide, formée du jurassique supérieur contre lequel s'adossent les couches du néocomien, très fortement redressées. Dans le haut, la montagne forme une croupe assez large, accidentée de plusieurs petites arêtes.

Le vallon du col du Sac coupe obliquement, du N.-W. au S.-E., la direction de la chaîne, au point même où les couches commencent à se relever vers le haut du Crédo. Les allures des couches, sur les deux flancs de ce petit vallon, ne sont conséquemment pas les mêmes; du côté sud, elles occupent un niveau bien plus élevé que sur le flanc nord. Au pied de celui-là l'argovien perce à peine; sur le flanc nord, il s'élève au moins jusqu'à mi-hauteur. Aussi les contournements des couches ne sont pas les mêmes; tandis que le profil au nord du col se dessine comme une simple voûte surbaissée et légèrement déjetée à l'ouest, le profil au sud n'accuse pas moins de trois replis ou ondulations du séquanien, formant deux petites sommités à 1536 et 1582 mètres. Les deux profils, fig. 4 et 5, pl. III, représentent à l'échelle de 1 : 25000, la structure des deux versants de ce col.

La région élevée du **Grand-Crédo** ressort du profil 6, pl. III, qui passe par l'extrémité sud de la montagne. Entre ce point et le profil 5 longeant le col du Sac, il y a plusieurs sommités ayant toutes 1600 mètres d'altitude, ou plus. Elles sont produites par des replis du séquanien qui forme presque exclusivement cette partie de la montagne; d'après leur alignement, on peut les rallier aux deux petites voûtes que nous avons reconnues près du col du Sac (fig. 5, pl. III). Arrivé au point 1608, sommet dominant le creux de Longeray et la cluse du Rhône, il n'existe plus qu'un seul pli, celui qui correspond à la petite voûte 1582 m.; l'autre, à l'ouest, paraît avoir disparu.

La profonde rupture qui fend la montagne longitudinalement en deux branches, comme un fer à cheval, ne se fait pas sur cette voûte, légèrement entr'ouverte, dont le flanc E. forme le sommet du **Grand-Crédo** (1608 m.); elle naît à l'est de ce sommet, au point où une légère inflexion des couches donne lieu à une sorte de plateforme nommée le Plat des Roches.

La branche occidentale des rochers qui bordent le **Creux de Longeray** se détache de la pointe du Grand-Crédo. La petite voûte qui constitue ce sommet (fig. 6 A, pl. III) se continue en s'abaissant rapidement, après s'être fermée. Elle est très apparente à la pointe de Sorgia, 1243 m., et même plus bas, dans les rochers à l'ouest des carrières du Sanglot, près Longeray (fig. 6 B et C, pl. III). Encore plus bas, c'est l'urgonien que l'on rencontre sur la route de Bellegarde, sous le Creuchat, ainsi que dans la tranchée et dans le tunnel du chemin de fer. Cet urgonien forme, comme le jurassique plus haut, une petite voûte bien accusée au milieu de laquelle apparaît l'étage hauterivien dans la tranchée du chemin de fer, au-dessus des moulins de la Coudière. Le profil 6 D, pl. III, est destiné à montrer cette disposition; il faut admettre une faille transversale pour expliquer l'étrange apparition de l'urgonien, à proximité immédiate du jurassique supérieur, séparé de celui-ci seulement par un amas de graviers erratiques, entre la route où affleure l'urgonien et les rochers dominant le Creuchat. Pour mieux exprimer notre manière de voir et les relations entre les divers points décrits dans les profils 6 A-D, pl. III, j'ai construit un profil longitudinal allant de la pointe du Sorgia (profil 6 A) par les profils partiels C et D jusqu'au rocher de Léaz, sur la rive droite du Rhône. Ce profil (fig. 7, pl. III) montre l'abaissement successif de la branche occidentale des rochers de Longeray, dès le Sorgia jusqu'au Creuchat; puis, la position du pli-faille qui paraît exister dans la direction de X-Z. Enfin, le point le plus remarquable est le relèvement du jurassique affaissé, qui ressort normalement au-dessous du néocomien, au-delà du ruisseau qui se jette dans le Rhône, au sud des moulins de La Coudière; on suit, dès l'urgonien, l'hauterivien et le valangien adossé au portlandien qui constitue la voûte du **Rocher de Léaz,** dont le profil se dessine très nettement, comme le représente la fig. 7, pl. III, lorsqu'on se trouve sur la route d'Entremont à Arcine, sur la rive opposée du Rhône.

La grande excavation en forme d'amphithéâtre qui renferme

le village de **Longeray** est due à ces circonstances exceptionnelles dans la structure de la montagne. L'affaissement du jurassique dans la branche du Sorgia correspond à une différence de niveau d'au moins 1400 mètres sur une distance horizontale de deux kilomètres à peine; la moitié de la montagne s'est affaissée, en sorte que le calcaire jurassique, qui, au Grand-Crédo, était encore à plus de 1600 mètres d'altitude, doit se trouver au moulin de la Coudière à plus de 100 mètres au-dessous du niveau du Rhône qui coule ici à 322 m.

L'autre moitié, qui se prolonge à l'est du Creux de Longeray, en forme de promontoire semblable au Sorgia, se lie à une paroi abrupte de calcaire jurassique supérieur, surmontant de plus de 200 mètres la pente plus douce formée par les couches argoviennes. Mais à l'inverse de la branche du Sorgia, les couches ne s'abaissent que très doucement, et paraissent presque horizontales sur une grande longueur, en donnant lieu à une sorte d'épaulement auquel s'applique plus spécialement le nom de *Plat des Roches* (1409 m.). A l'est de celui-ci les couches plongent fortement à l'est 60-65°, parallèlement au néocomien de Collonges. L'abaissement de l'arête à partir de l'extrémité du Plat des Roches est dû à la désagrégation des terrains, c'est le talus naturel, causé par la coupure transversale du Rhône. Un profil longitudinal suivant ce promontoire dès le Plat des Roches jusqu'au Rhône ne couperait que le jurassique supérieur et dans la profondeur l'argovien. De l'autre côté du Rhône ces terrains reparaissent, en position presque identique, dans la montagne du Vuache. En comparant la manière dont se poursuivent les couches le long des deux branches du fer à cheval qui contourne le cirque de Longeray, on est frappé de la différence de structure : du côté du Plat des Roches, continuation normale des couches à travers le cours du Rhône, le Vuache est l'image spéculaire du Plat des Roches (comparez la fig. 6, partie orientale, pl. II, avec fig. 1, pl. III); du côté du Sorgia, la dénivellation conduit à une disparition complète du terrain jurassique. La moitié ouest du Grand-Crédo s'éteint donc totalement, car le Rocher de Léaz, petit bombement du jurassique supérieur, n'a qu'une faible longueur; il s'enfonce bientôt définitivement sous la mollasse.

Cette divergence entre les deux moitiés d'une même montagne ne peut avoir pour cause qu'une fracture, une *faille longitudinale* suivant laquelle la moitié occidentale a pu s'affaisser, tan-

dis que la partie orientale est restée debout; c'est cette faille qui a sollicité le passage du Rhône au pied du Rocher de Léaz; c'est elle aussi qui a motivé un abaissement local de l'arête pour permettre le passage du Rhône; c'est cette faille encore qui est la cause de la profonde érosion du cirque de Longeray. On s'en assure de la manière la plus nette, en constatant le contact presque immédiat du bathonien exploité dans les carrières du Sanglot sur Longeray et du massif de malm à l'ouest. En effet, à l'*est* et au *nord* des affleurements du bathonien, le talus formé par les marnes argoviennes se voit très distinctement, bordant le pied de l'escarpement; à l'*ouest*, cela n'est pas le cas; le talus, très accusé encore dans le N.-W., se rétrécit et le jurassique abrupt s'abaisse vers le plateau formé par le calcaire bathonien. Or, c'est là que doit prendre origine la grande faille longitudinale du Vuache, dont nous avons déjà démontré l'existence.

Dans la partie supérieure du cirque de Longeray, elle est peu accusée; le spongitien (argovien inférieur) est au niveau du bathonien (pl. III, fig. 6 B), mais plus bas, aux carrières du Sanglot et près de Longeray, c'est le séquanien qui touche au bathonien, fig. 6 C. Dans le lit du Rhône, près des moulins de Coudière, c'est l'urgonien qui butte contre la Dalle nacrée (fig. 6 *d*). Au pied du Rocher de Léaz, le Rhône coule sur la faille même, pl. IV, fig. 1; le néocomien occupe l'une des rives et le jurassique l'autre, tandis que du côté du Vuache le néocomien, à son tour, touche la Dalle nacrée. Bien plus nette encore est la faille visible sur la route près du château d'Arcine (pl. III, fig. 8), où l'argovien, extrêmement froissé et contourné, vient butter contre l'urgonien. Ces exemples ne laissent aucun doute sur l'existence de cette fracture.

Observations stratigraphiques. Entre Longeray et Collonges, la route nationale permet des constatations importantes sur la stratigraphie de la chaîne. Le fond du Creux de Longeray jusqu'au Rhône, sous le moulin de Coudière, est formé par le terrain *bathonien* qui affleure dans plusieurs carrières au-dessus de Longeray. Nous avons reconnu le facies de la Dalle nacrée surmonté de quelques couches marneuses correspondant au callovien. Les fossiles sont rares; pour en trouver, on devrait exploiter les couches marneuses qui sont sans doute l'équivalent du niveau de la Platière. Les seuls fossiles que j'ai recueillis sur ce point sont quelques mauvaises *Terebratules*, des *Rhyncho-*

nelles, *Pholadomya crassa*, Ag. *Phol. texta*, Ag. *Belemnites hastatus*, Blnv, des *Pentacrines*, attestant l'âge bathonien supérieur (Dalle nacrée). Le contact du bathonien avec le malm ne se voit pas, les couches de l'*argovien* se trahissent par un talus; elles affleurent du reste dans plusieurs couloirs au pied de la haute muraille qui lie le Sorgia au Plat des Roches. On a exploité les calcaires hydrauliques de cet étage. Les deux forts sont assis sur le *séquanien* et le *kimmeridgien*. Le portlandien se voit à l'est au sortir du fort inférieur et bientôt un large couloir met à nu les *dolomies portlandiennes* et les couches marneuses du *valangien inférieur*. Un massif calcaire, d'environ 100 mètres, appartenant à ce dernier terrain, forme une petite arête saillante dans laquelle on a ouvert une carrière, lors de la construction du fort. C'est une roche très tenace qui s'exploite facilement en blocs rectangulaires, grâce à sa stratification régulière.

Un peu plus loin se montre le *valangien supérieur*, la *marne d'Arzier* d'abord *(val. I a)*, composée de plusieurs couches marneuses et calcareo-marneuses de couleur jaune-clair, plutôt grises vers le bas, d'une épaisseur totale de 2^{m}50. J'y ai recueilli :

Rhynchonella valangiensis, de L.
Terebratula valdensis, de Lor.
» *Germaini*, Pict.
Pholadomya elongata, Münst.
Trichites Picteti, Camp.
Nerinea valdensis, Pict. et C.
Pygurus Buchi, Desor.
Spongiaires, etc.

Le *calcaire roux* du valangien supérieur (val. II, *b* et *c*) ne se voit qu'à peine, pas plus que la marne d'Hauterive, dont l'existence est seulement indiquée par une dépression remplie de graviers erratiques. Le calcaire spathique de l'*hauterivien supérieur* ne se voit pas sur la route, mais bien à 70 mètres plus bas, dans la tranchée de la voie ferrée, au sortir du tunnel percé dans l'*urgonien*. Ce tunnel a 139 m. de longueur, traverse l'*urgonien inférieur* et sort dans l'urgonien supérieur, les deux ne se distinguent qu'à peine, tant l'urgonien inférieur est compact et peu marneux. La couleur jaune si caractéristique dans le Jura vaudois et neuchâtelois lui fait défaut. La route plus haut permet également d'étudier ce terrain, mais bien mieux encore celle qui conduit de Collonges à Valleiry.

Cette route entame à plusieurs reprises les grès de la *mollasse* et des *marnes rouges* (mollasse rouge). L'angle du lacet, en amont

de la voie, coupe en tranchée l'urgonien. C'est un calcaire presque blanc, un peu gris, avec une marne grisâtre contenant à profusion le *Heteraster Couloni*, Ag. Les bancs urgoniens forment un léger bombement au point même de la tranchée, celle-ci entame à deux reprises la marne à Heteraster. J'ai trouvé en outre dans cette couche : *Nucula simplex*, Desh., et *Terebratula rusillensis*, de Lor. Je suis tenté d'attribuer cette couche encore à l'urgonien inférieur; au fait, le *Heteraster Couloni* se trouve dans les deux sous-étages presque avec la même fréquence, mais dans les carrières de Chévrier et de Farges ces mêmes couches, également riches en *Heteraster*, renferment encore d'autres fossiles caractéristiques de l'urgonien inférieur. L'urgonien supérieur, bien caractérisé, se voit à l'entrée du tunnel, puis sous les rochers du château de la Folie et près du pont du Rhône.

Un important dépôt de terrain glaciaire que l'on n'aperçoit guère en suivant la route, remplit, dans la cluse, la dépression entre le rocher urgonien et le jurassique jusqu'en dessous du Fort. Au mois de janvier 1883, un glissement important s'était produit dans ce terrain. La voie ferrée fut emportée dans le Rhône; un tunnel long de 45 mètres, percé dans ce terrain, disparut de même et le Rhône fut obstrué pendant plusieurs heures, en sorte qu'il se forma, en amont de ce barrage, un lac qui s'étendit, au moment de la rupture de la digue, jusqu'au pont de Chancy. M. le professeur Renevier a bien voulu me communiquer des notes et dessins qu'il fit à cette occasion comme expert géologue, consulté par la compagnie P.-L.-M. D'après son rapport, le dépôt erratique en question appartient à une *moraine frontale*, probablement la même que celle qui recouvre aussi le pied du Vuache entre Chévrier et le Rhône. Une constatation des plus remarquables est celle d'un *dépôt lacustre stratifié horizontalement* et qui occupe, sur plus de 500 mètres de longueur, le fond de la cluse en dessous du Fort, au niveau de la courbe de 330 m. Ce dépôt indiquerait l'ancienne existence d'un lac de cluse sur cet emplacement. J'extrais du manuscrit de M. Renevier le passage suivant:

« Dans le fond de la cluse, sur la rive droite, depuis le grand éboulement, jusqu'en dessous du hameau de Lavoux, on voit de grandes assises d'un sablon très pur, en couches presque horizontales, d'au moins 10 mètres d'épaisseur. Ce sablon repose sur un banc d'argile très pure et plastique, qui affleure dans le cours du Rhône quand les eaux sont basses. Un sondage que messieurs

les ingénieurs ont eu l'obligeance de faire exécuter sur ma demande, a été poussé jusqu'à 4 mètres de profondeur sans révéler aucun changement dans la consistance de cette argile.

Malgré mes recherches, je n'ai trouvé aucun caillou erratique, ni dans l'argile, ni dans la masse principale du sablon. A sa partie supérieure, on voit le sablon alterner avec des languettes de dépôts glaciaires. Ce dernier terrain recouvre d'ailleurs le sablon dans toute son étendue. Une galerie pratiquée en dessous du fort, et dans sa direction, jusqu'à 40 m. environ de profondeur, s'est maintenue constamment dans le sablon. Comme la galerie était montante, elle a fini par atteindre la limite supérieure du sablon, dont la surface s'est montrée ravinée et irrégulièrement bosselée.

Ces faits nous révèlent évidemment l'existence d'un petit lac local qui devait occuper le fond de la cluse avant le dernier empiètement du glacier préhistorique et alors que les bancs valangiens et urgoniens, moins profondément rongés qu'actuellement, formaient encore, en amont, un fort barrage permettant l'accumulation des alluvions anciennes du plateau genevois. Ce sablon n'avait pas encore été signalé, il a été mis à nu par les éboulements partiels de terrain en aval du grand éboulement, qui résultèrent indirectement de celui-ci, au moment où le Rhône rompant l'obstacle ayant baissé son cours, reprit son cours normal en affouillant les terrains meubles de la rive droite de la cluse. »

Je puis, de mon côté, compléter cet exposé en rappelant qu'il existe en amont du défilé, au pied du Rocher de Léaz, des terrains sableux stratifiés et des graviers charriés, amenés sans doute par le Rhône à une époque où son cours fut bien plus élevé que maintenant. Le barrage d'en aval de ce lac de cluse pouvait très facilement s'être produit au pied du Rocher de Léaz où le Rhône, très resserré entre le bathonien et le séquanien, coule sur un seuil rocheux. Ce dépôt de sable stratifié antérieur à la dernière extension des glaciers anciens, montre encore combien l'érosion dans cette cluse a peu progressé depuis cette époque et combien les époques géologiques occupent de longs espaces de temps, si l'on voulait calculer d'après cette échelle le temps qu'il a fallu pour creuser toute la profondeur de la cluse de Longeray.

CHAPITRE IX

Le chaînon du Vuache.

(Pl. IV, fig. 1-5.)

Structure du chaînon. — Le Vuache ou Chaumont est une demi-chaîne. La voûte originelle a été fendue longitudinalement suivant la ligne de faîte, et la moitié occidentale a subi un affaissement de plus de 1000 mètres, mettant en contact le néocomien et même la mollasse avec le bathonien ou le malm. J'ai défini dans le chapitre précédent l'origine de cette faille anticlinale. Le rejet maximal se trouve à l'extrémité nord du chaînon, à Entremonts (profil I, pl. IV), plus au sud il décroît rapidement pour devenir nul à Chaumont.

Le Vuache n'a pas une grande hauteur; le point culminant est à 1111 m.; il est formé par le valangien inférieur, ce qui montre bien que l'axe de la chaîne a subi un abaissement notable, puisque à 3 kilomètres au nord du Rhône, le séquanien supérieur se trouve encore à 1600 mètres au Grand-Crédo. En réduisant cette différence de hauteur au même niveau géologique, on obtient une différence relative de plus de 1000 mètres, ce qui atteste l'abaissement entre le Grand-Crédo et le Vuache. Pour bien s'en rendre compte, il faut se représenter le valangien existant encore au sommet du Grand-Crédo; ou bien le sommet du Vuache privé de sa couverture de valangien et de jurassique supérieur jusqu'au séquanien.

Dans son ensemble, le chaînon du Vuache produit un aspect des plus simples; une pente relativement uniforme du côté de l'est, offre dans sa partie supérieure le dos des couches du *valangien inférieur*. A mi-hauteur à peu près se trouve un palieri quelquefois même une petite *combe*, due à l'étage *hauterivien*; l'*urgonien* revêt la pente inférieure, souvent recouverte par l'erratique, ce qui rend même parfois la combe hauterivienne peu apparente. Ce dernier cas se présente au-dessus de Vulbens.

Sur le versant occidental de la montagne, le valangien inférieur et le jurassique supérieur forment un escarpement, franchissable sur un petit nombre de points seulement. La zone des marnes valangiennes inférieures et des marnes portlandiennes se trahit sur toute la longueur du chaînon par une pente gazonnée, sous l'arête culminante, juste au-dessus de la paroi à pic du jurassique.

Sauf les parties peu inclinées, sur lesquelles il a été possible d'établir des cultures, des prairies ou des pâturages, toute la montagne du Vuache est couverte d'épais taillis, par place absolument impénétrables. Je me souviendrai toujours d'avoir erré pendant quatre heures dans ce labyrinthe de bois à épines, avec la ferme intention d'arriver, en suivant l'arête, au plus haut sommet du Vuache et d'avoir été forcé de descendre sur le hameau de Cessens par un chable, seul genre de passage connu et praticable dans ces broussailles.

Dès la cluse du Rhône, sous le Fort de l'Ecluse, jusqu'au pont de Malpaz, à la cluse du Fornant, où se termine le Vuache proprement dit, cette montagne a une longueur de 11 kilomètres.

L'escarpement du versant W. du Vuache domine le plateau de Clarafond, élevé de 500-600 et qui fait partie du bassin miocène de Bellegarde. Le versant E., d'abord très incliné, se relie par une pente douce au plateau de Vulbens-Savigny qui a environ la même hauteur. Le chaînon du Vuache ne dépasse donc que de 500 mètres le plateau mollassique sur lequel il s'élève.

Dès son point culminant, le Vuache s'abaisse de nouveau rapidement vers le sud, à l'approche de la cluse du Fornant. C'est l'axe de la chaîne elle-même qui s'enfonce. A deux kilomètres au S. du sommet le bord de l'escarpement valangien n'est plus qu'à 860 m., et c'est l'urgonien qui forme ici l'arête à 920 m. La crête urgonienne s'abaisse à son tour, et entre Chaumont et Malpaz l'urgonien du Vuache est au même niveau que celui de la partie affaissée de la montagne. On se croirait en présence d'une *voûte complète*, d'un pli régulier, non rompu, si certaines anomalies, peu apparentes au premier abord, ne permettaient pas de constater que la faille longitudinale qui suit le pied ouest du Vuache, existe encore ici.

Profil entre Chévrier et Léaz. La région la plus intéressante est celle qui fait face au Fort de l'Ecluse; ici la montagne présente pour ainsi dire un profil naturel. Du fond de la gorge du Rhône, qui est à 330 m. à son entrée supérieure, près du pont de la route de Collonges à Chévrier et à 319 sous Arcine, toutes les couches s'élevent avec une forte inclinaison pour venir former le premier sommet du Vuache, qui porte la chapelle de Ste-Victoire à 900 m. d'altitude à peu près. Le défilé du Rhône est trop étroit pour qu'on puisse saisir d'un seul point le profil de la chaîne, mais en suivant la route de Collonges à Bellegarde par le Fort de l'Ecluse, le Vuache présente successivement les

diverses parties qui composent le profil I, pl. IV; ajoutons cependant que c'est l'image spéculaire du dessin de fig. 1 que l'on voit, car ce profil est orienté, comme tous les autres, de l'ouest à l'est, l'observateur étant supposé au sud. La vue de Longeray est remarquable avant tout; elle permet de saisir la situation du rocher de Léaz par rapport au Vuache; la faille qui suit en cet endroit le cours même du Rhône, ne laisse plus de doutes. Nous avons déjà exposé plus haut (page 57) la liaison entre le Rocher de Léaz et la branche occidentale du Crédo, les rochers de Sorgia, ainsi que l'origine de la grande faille.

Stratigraphie du Vuache.

Tandis que la route de Bellegarde permet de saisir la tectonique du chaînon du Vuache, celle qui conduit de **Chévrier** à **Arcine** est un emplacement unique en son genre pour suivre, couche par couche, les terrains qui composent le profil que l'on admire de loin. J'ai réuni dans un tableau (pl. V) mes observations sur le néocomien et le jurassique supérieur du Vuache.

En passant le pont du Rhône, entre Collonges et Chévrier, on est d'abord sur l'**urgonien** supérieur, mais bientôt on rentre dans l'erratique que l'on ne quitte pas jusqu'à Chévrier (530 m.) sur le flanc est du Vuache. A une faible hauteur, au-dessus du village, l'urgonien apparaît de nouveau; l'étage supérieur ne se montre qu'à peine, caché qu'il est sous l'erratique; mais l'urgonien inférieur est fort bien développé au N.-W. de Chévrier; c'est le premier terrain que l'on rencontre sur la route d'Arcine en quittant l'erratique. Plusieurs carrières sont ouvertes dans les calcaires gris-jaunâtre, avec quelques délits marneux. Le fossile le plus fréquent est le *Heteraster Couloni;* je possède aussi un bel exemplaire de *Pygurus productus* et des piquants de *Cidaris cornifera*, Ag. Vers le bas, à l'approche de l'hauterivien supérieur, la couleur de la roche est plutôt jaune et sa texture plus oolithique. L'épaisseur visible est d'environ 36 mètres, mais ce n'est pas la totalité de l'urgonien.

J'ai recueilli dans les diverses couches de l'urgonien inférieur, détaillées dans pl. V, les fossiles suivants :

Galeolaria neocomiensis, de Lor.
Rhynchonella lata, Sow.
Terebratula russillensis, de Lor.
Heteraster Couloni, Des.
Pygurus productus, Ag.
Cidaris cornifera, Ag.
» *Lardyi*, Des.
Pentacrinus neocomiensis, de Lor.
Spongiaires.

Sidérolithique. Les carrières de Chévrier offrent de nombreux exemples d'injections sidérolithiques. Je représente un cas des plus remarquables, fig. 10, pl. III. C'est un filon de sable ferrugineux, remplissant la partie superieure d'une fissure transversale aux bancs calcaires. Un lit bien marqué (20 cm.) de grès dur, jaune-brunâtre, très ferrugineux, s'observe en *c*, tandis qu'en *b*, sous le grès plus dur, existe un sable blanc-jaunâtre, moins ferrugineux. Le reste du filon est formé d'un mélange de sable jaune; ce dernier se trouve plutôt du côté du mur du filon. Le calcaire, qui est en dessous, contient encore quelques poches comblées de sable ferrugineux. Plusieurs autres filons analogues se voient dans la même carrière et dans d'autres, ainsi que le long de la tranchée de la route.

Les dernières couches de l'urgonien, ainsi que la suite du profil du néocomien, sont visibles sur la route d'Arcine qui côtoie la cluse du Rhône de Chévrier à Entre-Monts. Cette tranchée est assez récente pour permettre, pendant longtemps encore, de distinguer les diverses assises du profil et recueillir même des fossiles.

La coupe de l'étage **hauterivien** est presque complète sur cette route.

L'*hauterivien supérieur* ou *pierre jaune*, épais de plus de 60 mètres, se compose, dans la partie supérieure, de calcaires jaunes, oolithiques en dalles; vers le milieu apparaît une forte couche de marne grise (13 m.), imparfaitement visible, à cause de l'érosion qui l'a fait disparaître au bord de la route. De nouvelles zones marneuses se montrent environ 7 mètres plus bas, en dessous d'un massif de calcaire oolithique en dalles. Une assise de calcaire en dalles régulières, épaisse de 14 mètres, forme la base de cet étage. Il est facile de se rendre compte, d'après cette coupe, pourquoi dans le chaînon du Vuache, l'étage hauterivien supérieur se confond, dans le relief, avec les marnes d'Hauterive, grâce à ses couches marneuses.

J'ai recueilli dans les diverses couches de ce sous-étage les fossiles suivants. Les niveaux fossilifères sont indiqués sur la coupe stratigraphique, pl. V., avec les espèces les plus abondantes et les plus caractéristiques pour chacun :

Waldheimia faba. Sow.
» *pseudojurensis,* Leym.
Terebratula acuta, Qnst.
Rhynchonella multiformis, Rœm.
Panopœa lateralis, Ag.
» *arcuata,* Ag.
Pholadomya Gillieroni, Pict. et C.
Venus Cornueli, d'Orb.

Cardium peregrinum, d'Orb.
Cardium subhillanum, Leym.
Nucula simplex, Desh.
Toxaster complanatus, Ag.
Holaster L'Hardyi, Des.
Holectypus macropygus, Ag.

De l'**hauterivien inférieur** on n'aperçoit sur la route d'Arcine que le sous-étage I, le calcaire à *Ostrea rectangularis*. Les *marnes d'Hauterive* n'ont pas été entamées par la tranchée, grâce à leur érosion naturelle qui a créé, sur leur emplacement, un couloir ou enfoncement, comblé d'erratique et d'éboulis. C'est à peine si l'on en voit quelques traces à la limite supérieure. Leur épaisseur doit atteindre environ 20 mètres.

Pour ne pas laisser en blanc cette lacune du profil, j'ai intercalé ici, sur la planche V, la coupe des marnes d'Hauterive, observée près de *Chaumont*, à l'autre extrémité du chaînon. Plusieurs chemins-couloirs, qui conduisent aux pâturages de Chaumont, mettent à découvert les divers niveaux de ce sous-étage. J'ai constaté spécialement :

4. *Bancs calcaires submarneux* gris, avec *Ostrea Couloni*, *Céphalopodes* . . . . . 6 à 7m
3. *Marnes bleues*, avec concrétions calcaires. Grands *Céphalopodes* 10m
2. *Marne sub-compacte*, grise, remplie de fossiles. . . . 0m50
1. Lit de *marne jaune*, sableuse 1m

L'épaisseur totale des marnes d'Hauterive est d'environ 18 m.

J'ai retrouvé des affleurements de ce terrain près de la Balme sur Chévrier et sur Vulbens le long d'un chemin conduisant à Arcine. Ailleurs cette marne est recouverte par l'erratique ou des éboulis.

Voici la liste complète des fossiles. Le plus grand nombre provient de la marne subcompacte 2 que j'ai retrouvée aussi sur Vulbens. Certains fossiles de cette marne ont leur coquille remplacée par de la calcite cristalline *(Astarte, Fimbria)*.

Terebratula sella, Sow. — 2.[1]
» *acuta*, Qnst. — 1, 2.
Rhynchonella multiformis, Rœm. — 2.
Galeolaria neocomiensis, de Lor. — 1.
Serpula antiquata, Sow. — 1, 2.
Belemnites pistilliformis, Blv. — 2, 3.
» *dilatatus*, Blv. — 2.
Nautilus neocomiensis, d'Orb. — 3.

[1] Les numéros 1-4 indiquent les niveaux distingués dans ce sous-étage.

Nautilus pseudo-elegans, d'Orb. — 3.
Ammonites.
» *(Hoplites) Leopoldi* [1], d'Orb. — 2, 3, 4.
» *(Harpoceras) Castellanensis,* d'Orb. — 4.
» *(Lytoceras) Vandecki,* d'Orb. — 2.
» *(Olcostephanus) Astieri,* d'Orb. — 2, 3.
Pseudomelania Germaini, Pict. et Camp. — 2.
Pleurotomaria Paillettei, d'Orb. — 2.
» *Bourgueti,* d'Orb. — 1, 2.
» *Favrina,* de Lor. — 2.
Natica Hugardi, d'Orb. — 2.
Columbellina dentata, de Lor. — 2.
Panopœa neocomiensis, d'Orb. — 2, 3, 4.
» *lata,* Ag. — 2, 3, 4.
» *Carteroni,* d'Orb. — 2.
» *cf. cylindrica,* Pict. et C. — 2.
Pholadomya Gillieroni, Pict. et C. — 4.
» *elongata,* Rœm. — 2, 3, 4.
Venus Cornueli, d'Orb. — 2.
» *Dupini,* d'Orb. — 2.
» *sub-Brongniarti,* d'Orb. — 2.
» *Vendoperi,* Leym. — 2.
» *Robinaldi,* d'Orb. — 2.
Cyprina bernensis, Leym. — 2.
» *Deshayesi,* de Lor. — 3.
Cardium Cottaldi, d'Orb. — 2.
Fimbria corrugata, Sow. — 2, 3.
Astarte gigantea, Leym. — 3.
» *Beaumonti,* Leym. — 2.
» *transversa,* d'Orb. — 2.
Trigonia carinata, Ag. — 2.
» *caudata,* Ag. — 2.
» *scapha,* Ag. — 2.
» *ornata,* d'Orb. — 3.
» *longa,* Ag. — 3.
Arca Cornueli, d'Orb. — 2.
» *Gabrielis,* Leym. — 2.
Nucula simplex, Desh. — 2.
Cardita neocomiensis, d'Orb. — 2.

[1] J'ai supprimé déjà dans les listes précédentes les terminaisons peu gracieuses de *inus, anus, ana,* etc. en les remplaçant par la forme génitive, par exemple : *Am. Leopoldi* au lieu de *Am. Leopoldinus; Natica, Hugardi* au lieu de *N. Hugardiana*, *Pecten Cornueli* au lieu de *P. Cornuelianus*, etc. Cette simplification me paraît s'imposer réellement dans la nomenclature paléontologique.

Mactromya Couloni, Ag. — 2.
Ptychomya, spec. — 2.
Janira neocomiensis, d'Orb. — 2, 3.
Pecten arzierensis, de Lor. — 2.
» *Archiaci*, d'Orb. — 2.
Ostrea Couloni, d'Orb. — 1 à 4.
» *tuberculifera*, Koch et Dunk. — 2.
Pseudodiadema rotulare, Des. — 2, 3.
Echinobrissus Olfersii, Des. — 2.
Toxaster complanatus, Des. — 1-4.
Holaster intermedius, Munst. — 1-3.
Pyrina incisa, Ag. — 2.
Spongiaires.
Elasmostoma neocomiensis, de Lor. — 1, 2, 3.
Discœlia expansa, de Lor. — 2.
Cupulochonia sp. — 2.

Le *calcaire à Ostrea rectangularis* tranche nettement des marnes d'Hauterive, d'abord par sa couleur jaune et par sa faune très distincte, moins riche en Panopées et autres bivalves orthoconques, mais surtout par ses nombreux ostracés. Sur la route d'Arcine, ce sous-étage, hauterivien I, est bien à découvert et remarquable par une marne jaune épaisse de 2m50 qui forme la base de la série, reposant immédiatement sur le valangien supérieur. La faune de cette marne correspond au niveau *a* du gisement de Croset, mais elle est moins riche en fossiles (voir pl. V).

A *Chaumont*, à l'autre extrémité du Vuache, le calcaire à *Ostrea rectangularis* paraît plus épais que sur la route d'Arcine. Ici il n'a que 13 m. d'épaisseur, tandis que l'hauterivien I de Chaumont a 20 m. au moins. En voici le profil que l'on pourra comparer avec celui de la route d'Arcine (pl. V).

Sous la marne jaune sableuse n° 1 de l'hauterivien II, on observe :

6. Calcaire jaunâtre et gris, à texture spathique, avec intercalations marneuses 7m
5. Marne grise friable. 2m
4. Marne très calcaire grise 3m
3. Marne assez friable 2m50
2. Marne calcaire 1m50
1. Calcaire jaune, spathique, avec quelques couches marneuses. Ce banc contient de nombreuses *Ostrea rectangularis*, d'énormes *Ostrea Couloni*, *Fimbria corrugata*, etc., et repose sur le valangien supérieur . 10-12m

J'ai trouvé aussi des gisements sur des points intermédiaires, entre Chaumont et Arcine, en particulier sur Cessens, sur Vulbens, etc. Les caractères généraux de ce terrain sont partout les mêmes. J'ai réuni peu à peu une nombreuse collection de fossiles, dont voici la liste; le niveau désigné par *a*, est la marne de 2m50, couche 1, tandis que *b* correspond à l'ensemble de toutes les autres couches qui suivent au-dessus de cette marne; ce sont des calcaires jaunes spathiques, avec quelques délits marneux :

Serpula antiquata, Sow. — *a*, *b*.
Galeolaria neocomiensis, de Lor. — *a*.
Terebratula sella, Sow. — *a*, *b*.
» *acuta*, Qnst. rare. — *a*, *b*.
Belemnites pistilliformis, Blv. — *b*.
Panopœa neocomiensis, d'Orb. — *a*.
Fimbria corrugata, Sow. — *b*.
Pecten Archiaci, d'Orb. — *a*, *b*.
» *Robinaldi*, d'Orb. — *b*.
Ostrea rectangularis, Rœm. — *a*, *b*.
» *Couloni*, d'Orb. — *a*, *b*.
» *Minos*, Coq. — *a*, *b*.
» *tuberculifera*, Koch. et Dunk. — *a*.
Pyrina pygœa, Ag. — *a*.
Pentacrinus neocomiensis, de Lor.

Parmi les nombreux spongiaires et bryozoaires, j'ai pu déterminer les espèces suivantes :

Siphoneudea truncata, P. de Lor. — *a*, *b*.
Siphonocœlia excavata, de Lor. — *a*.
Steneudea varappensis, de Lor. — *a*.
Discœlia glommerata, de Lor. — *a*.
» *monilifera*, de From. — *a*.
Peronella dumosa, de From. — *a*.
Elasmostoma neocomiensis, de Lor. — *a*.
» *sequana*, de From. — *a*.
Echinocavea salevensis, de Lor. — *a*.
Nodicrescis Edwardsi, de Lor. — *a*,
etc., etc.

L'étage **valangien supérieur** est difficile à séparer du calcaire à *Ostrea rectangularis*. Je place sa limite supérieure au bas de la marne jaune (couche *a*) de l'hauterivien I. Il se compose, sur la route d'Arcine, de 7 couches distinctes. La supérieure est une assise de calcaire jaune, en dalles, contenant des

rognons siliceux; je n'y ai point trouvé de fossiles caractéristiques, mais son facies est bien celui du *calcaire roux*. Plusieurs faibles couches de marne (couches 6 et 3) renferment la faune typique du calcaire roux et de la limonite valangienne. Une marne de 1m50 (couche 4) surmontant la couche 3 est privée de fossiles. La couche la plus inférieure, épaisse de 2 à 2m50, est formée de plusieurs lits marneux et marno-calcaires, c'est le niveau de la *faune d'Arzier*. Ainsi, le valangien supérieur du Vuache, quoique ne mesurant que 20 m. d'épaisseur, renferme des niveaux fossilifères bien caractéristiques pour cet étage.

Dans la liste suivante, les chiffres accompagnant les noms indiquent les couches distinguées dans la coupe de la pl. V. Elle comprend aussi les fossiles de la liste du niveau d'Arzier près du Fort de l'Ecluse (page 60) :

Rhynchonella valangiensis, de Lor. — 1, 3, 6.
Terebratula valdensis, P. de Lor. — 1, 3, 6.
» *Germaini,* Pict. 1, 3.
Waldheimia tamarindus, P. de Lor. — 1, 3, 6.
» *collinaria,* d'Orb. — 3.
» *villersensis,* Pict. — 6.
Terebratella aff. arzieriensis, de Lor. — 3.
Natica lævigata, Desh. — 6.
Pseudomelania Jaccardi, Pict. et C. — 3.
Trochus spec. nov. — 6.
Nerinea valdensis, Pict. et Camp. — 1.
Cardium Jaccardi, Pict. et C. – 6.
Cyprina Marcoui, de Lor. — 3.
Fimbria corrugata, Sow. — 5.
Trichites Picteti, Pict. et C. — 1.
Ostrea Minos, Coq. – 1, 2, 3.
» spec. div. — 1, 7.
Pygurus Buchi, Desor. — 1.
Spongiaires nombreux :
Corynella stellata, de From. — 6.
Elasmocœlia sequana, de From. — 6.
Elasmostoma crassa, de Lor. — 6,
etc.
Un *polypier*. — 8.

Le **valangien inférieur** se montre aussitôt et contraste par ses calcaires blancs massifs avec les minces couches jaunes du valangien supérieur. La composition de cet étage ressort clairement de la coupe stratigraphique pl. V.

Au sommet, est un massif de 25 mètres, entièrement calcaire, c'est le niveau du marbre bâtard (couche 12). Les 19 mètres qui suivent, offrent de nombreuses interruptions marneuses, couches 5 à 11, mais peu de fossiles. Puis de nouveau 24 mètres de calcaire, avec quelques *Nérinées,* de petits *ostracés*, à la surface des bancs (assises 3 à 4); enfin, une couche de marne de 0^{m}80 d'épaisseur (2) avec *Nérinées* et *Natices,* en assez grande quantité. Puis, 18 mètres de calcaires avec quelques lits marneux (assise 1).

J'ai recueilli dans ces diverses couches la faunule suivante; les espèces déterminables proviennent exclusivement des couches 2 et 11. Le calcaire 1 m'a fourni encore un bel exemplaire de *Natica Leviathan*, Pict. et Camp.

Nerinea Marcoui, d'Orb. — 2.
» *Etalloni,* Pict. et C. — 2.
» *Blancheti,* Pict. et C. — 2.
Natica valdensis, Pict. et C. — 2.
» *Pidanceti,* Pict. et C. — 2.
» *prælonga,* Desh. — 2.
» *helvetica,* Pict. et C. — 2.
» *Leviathan,* Pict. et C. — 1, 2.
Thracia vulvaria, Ag. 11.
Terebratula valdensis, de Lor. — 11.

Il est remarquable de constater l'absence totale du facies des marnes inférieures à *Toxaster* et *Terebratula valdensis,* zone de Ballaigues qui caractérise habituellement la base du valangien dans le Jura. Ce facies ne manque pas dans le Jura français des environs de Champagnole, il existe encore à St-Cergues, mais il semble disparaître vers le sud; le *Toxaster granosus* se trouve pour la dernière fois, en petits exemplaires, sur la Vallière près Gex. La seule couche marneuse qui pourrait passer au Vuache, pour l'équivalent de cette zone, serait la couche 2, mais les fossiles ne sont pas les mêmes. La fréquence des *Nérinées* et des *Natices* remplace ici celle des *Brachiopodes* et du *Toxaster granosus.* Cependant, la *Natica Pidanceti,* assez commune au Vuache, indique bien l'analogie du niveau. Ce fossile accompagne le *Toxaster granosus* dans beaucoup de gisements du Jura suisse et français. La plupart des couches inférieures à la marne 2 sont sans fossiles.

La dernière couche du valangien repose sur un lit de *brèche*

calcaire fétide, contenant des *fragments noirs*. Le contact avec le valangien est franc, il est irrégulier du côté de l'assise qui vient au-dessous, et que nous considérons comme la couche la plus supérieure du jurassique supérieur, soit de l'étage portlandien. D'un autre côté, on doit se demander s'il ne faut pas voir dans cette assise un niveau indiquant le *purbeckien ?*

Les couches que nous rangeons dans l'étage **portlandien** ont une épaisseur d'environ 40 mètres. A la partie supérieure existe un massif calcaire blanc ou grisâtre, en couches irrégulières, épais de 10 mètres; une couche de calcaire dolomitique schistoïde, de 5 mètres, repose sur une nouvelle série de bancs calcaires ayant 6 mètres d'épaisseur. Viennent ensuite, sur plus de 10 mètres, des alternances de marnes dolomitiques, avec des calcaires gris homogènes. Une épaisseur d'environ 6 mètres de calcaire gris compact termine la série vers le bas. Je ne possède aucun fossile provenant de ces calcaires et n'était la zone de calcaire bréchoïde à cailloux noirs, il aurait été difficile de fixer la limite entre le valangien et le portlandien.

Les assises qui se trouvent au-dessous de cette zone de calcaire et marnes dolomitiques, sont franchement jurassiques; vraies assises de *malm* qui se continuent presque sans changement de facies sur plus de 250 mètres d'épaisseur [1]. Vers le bas apparaissent des alternances de calcaires gris, aspect de calcaire lithographique et de marnes schisteuses de même couleur, dans lesquels nous avons trouvé un fragment d'*Ammonites (Perisph.) metamorphus*, Neum., de la zone à *Am. tenuilobatus*, soit du séquanien inférieur. Si les marnes et calcaires dolomitiques en dessous du valangien appartiennent bien au portlandien supérieur, le massif calcaire que l'on vient de traverser en entier représenterait donc le portlandien inférieur, le kimmeridgien et le séquanien supérieur. Le séquanien inférieur est, comme nous venons de le dire, bien reconnaissable à son facies pétrographique qui forme le passage au facies de l'étage argovien. Il est impossible de distinguer des niveaux stratigraphiques dans le grand massif calcaire. Les bancs sont peu distincts, massifs, sans changement de facies; calcaires blancs et gris compacts et par malheur le plus souvent sans fossiles. J'ai pourtant recueilli,

[1] C'est au sommet de cette assise de malm que s'arrête la coupe stratigraphique pl. V.

vers le milieu, une empreinte de *Pecten*, quelques *coraux* indéterminables et un *Diceras*, fossiles qui indiqueraient le niveau du kimmeridgien coralligène, que nous avons reconnu dans la chaîne du Reculet jusqu'au col de Croset.

Le séquanien marneux passe rapidement à l'**argovien** bien typique, formé de calcaires homogènes et de marnes schisteuses, en alternances innombrables. La route suit ces bancs jusque vers Entre-Monts, où ils ont été exploités pour des constructions. On y trouve quelques *Ammonites*, mais les fossiles sont bien rares. Les couches plongent toujours à l'est de 60° et plus. L'épaisseur de l'assise argovienne qu'on traverse est de 200-250 mètres. Près d'Entre-Monts, en descendant vers le Rhône juste vis-à-vis de Léaz, on trouve le **spongitien**, sous-étage le plus inférieur de l'argovien. C'est une petite série de bancs calcaires, gris clair, à surface bosselée et irrégulière, avec quelques intercalations marneuses. Le mauvais état de conservation des fossiles les rend presque méconnaissables. J'ai pourtant pu reconnaître :

Ammonites (Perisphinctes) Martelli, Opp.
» » *colubrinus*, Rein.
» *(Harpoceras) hecticus*, Rein.
» » *canaliculatus*, v. B.
Belemnites hastatus, Blnv.
Rhynchonella arolica, Opp.

Au-dessous du spongitien se montrent quelques bancs de calcaire homogène jaune interrompu de marnes grises, siliceuses, dans lesquelles j'ai trouvé des *Rhynchonelles* identiques à la *Rhynch. varians* et de très mauvaises *Ammonites* ayant vaguement la forme de l'*Am. Brongniarti*, Sow. Ce terrain est donc déjà **bathonien**; mais il est remarquable que les couches soient presque immédiatement au-dessous du spongitien, un espace de quelques mètres seulement les en sépare. Plus bas encore, on trouve quelques rares affleurements de calcaire spathique brun, du facies de la *Dalle nacrée*, calcaire semblable à celui qui est exploité au-dessus de Longeray. Le glaciaire recouvrant toute la surface aux environs d'Entre-Monts, jusque tout près du Rhône, on ne peut se rendre compte de la nature des bancs, ni recueillir des fossiles. Il paraît cependant peu douteux que le terrain appartienne au bathonien jusqu'au Rhône.

Un peu au-dessus du Rhône se voit un dépôt de *graviers stratifiés*, recouverts par l'erratique. M. Cuvier, qui a écrit une

notice sur les environs du Fort de l'Ecluse[1], range ce terrain dans l'alluvion ancienne, antérieure au glaciaire qui le recouvre, ce qui est fort admissible; il se pourrait même que ce terrain ait une assez grande étendue dans le bassin de Bellegarde.

Faille du Vuache. En examinant le fond de la gorge, entre le rocher de Léaz et le Vuache, il est facile de constater l'existence de la grande faille dont nous avons parlé plus haut. Les érosions du Rhône ont déblayé erratique et alluvions, mis à nu le calcaire coupé par la faille et qui offre, sur certains points, de belles surfaces polies par le glissement; c'est donc sur la faille même que le Rhône a creusé son lit, sur un peu plus de 1 kilomètre de longueur, dès les moulins de Coudière jusqu'en dessous de Léaz. Ici, le Rhône se dirige de nouveau vers l'ouest et, en contournant le rocher de Léaz, il s'introduit dans le bassin de Bellegarde. Un petit lambeau de néocomien paraît avoir été entraîné dans la faille au pied du rocher de Léaz. J'ai trouvé sur la rive gauche du Rhône, sous Entre-Monts, un calcaire jau-

[1] F. Cuvier. Note sur la stratigraphie de l'extrémité sud du Jura, etc. *Bull. Soc. géol. France.* 1878, VI, p. 304-370.

Dans les descriptions des terrains et dans le profil du Vuache, M. Cuvier distingue assez bien les limites de quelques-uns des terrains; mais pour ce qui est de la nomenclature des étages, il y a beaucoup de divergences entre ce travail et la série énumérée plus haut.

Le tableau suivant permettra de rectifier l'énumération que donne ce géologue :

F. Cuvier, 1878.	H. Schardt.		
Urgonien	Urgonien II.		
Néocomien. . . .	Urgonien I.		
Valanginien . . .	Hauterivien III.		
	Hauterivien II.		
	Hauterivien I.		
	Valangien II.		
Portlandien . . .	Valangien I.		
Kimmeridgien. . .	Portlandien supérieur.		
Corallien	Massif calcaire.	Portlandien inférieur.	
Argovien		Kimmeridgien.	
		Séquanien supérieur.	
Oxfordien . . .	Séquanien inférieur.		
	Argovien supérieur.		
	Spongitien ou argovien inférieur.		
Callovien	Callovien et bathonien marneux.		Bathonien.
	Dalle nacrée.		

nâtre, spathique, rempli de coquilles d'*Ostrea*, semblables à l'*O. rectangularis;* il se trouve au pied de la paroi de la faille, tandis que sur la rive opposée du Rhône se voit le malm du rocher de Léaz. Ce pourrait bien être du calcaire à *Ost. rectangularis* glissé dans la fissure de dislocation entre le malm et le dogger, ainsi que le représente le profil 1, pl. IV. Cependant on pourrait aussi prendre ce lambeau pour une partie détachée de calcaire bathonien ; l'état des fossiles mentionnés est si mauvais, grâce à la déformation mécanique de la roche, qu'il n'y a pas lieu d'être très affirmatif sur leur détermination.

Un autre point, où la faille du Vuache se voit encore plus nettement, se trouve sur la suite de la route d'Arcine à 2 ½ kilomètres au S.-E. d'Entre-Monts.

Près du **Château d'Arcine**, la route suit les calcaire et marnes gris de l'argovien moyen; ce terrain, en général bien stratifié, paraît d'abord ondulé et sur une certaine longueur, il est extrêmement contourné et froissé; enfin subitement, par contact franc, très bien à découvert du reste, il fait place à un calcaire blanc compact, dans lequel on n'a pas de peine à reconnaître de l'*urgonien*, car il contient des *Requienia Ammonia*, c'est donc l'Urgonien II. Le profil 8, pl. III, représente, d'après un dessin fait sur place, les détails de ce contact, ainsi que la coupe du néocomien qui suit. On observe à la suite de la faille :

Urgonien II, à *Requienia.*
Urgonien I, calcaire grumeleux à *Panopées.*
Hauterivien III.
- *f.* Calcaire jaune compact.
- *e.* Calcaire roux spathique.
- *d.* Marne grise à *Rhynchonella multiformis* et *Terebratula Marcoui.*
- *c.* Calcaire jaune oolithique.
- *b.* Marne grise sableuse à *Toxaster complanatus.*
- *a.* Calcaire jaune *spathique.*

La couche *a* est interrompue par un amas de sable et d'argile rouge ferrugineux, sans doute d'origine sidérolithique; les couches deviennent confuses à quelques mètres plus loin; le calcaire *f* se voit de nouveau distinctement, mais avec un plongement inverse. Il est surmonté du calcaire grumeleux, blanc-jaune, à *Panopées*, que nous considérons comme urgonien inférieur; puis vient une grande épaisseur de calcaire blanc com-

pact, urgonien supérieur, sur lequel est bâti le château d'Arcine (Urg. II, *a*). Un calcaire blanc en bancs fracturés (Urg. II, *b*) lui succède et disparaît bientôt sous l'erratique. C'est certainement un des endroits les plus remarquables de toute notre région, car nulle part l'existence de cette faille, ayant encore sur ce point un rejet de plus de 800 mètres, ne saurait être plus nettement visible! La marne d'Hauterive ne se voit pas au niveau de la route, mais on en trouve les fossiles dans les champs au-dessous. (Voir fig. 2, pl. IV.)

Profils 2 à 5. Pl. IV. Sur Chévrier, l'étage hauterivien inférieur se trouve à près de 800 mètres sur le flanc de la montagne. La marne d'Hauterive forme un petit vallon, une véritable combe où est construit le chalet de *La Balme*, à 780 m. d'altitude. Le valangien, fortement incliné, est adossé contre le Vuache, tandis que l'hauterivien III et l'urgonien I forment l'appui du côté du plateau.

Sur le point de la montagne où passe le *profil 2*, l'arête est à 900 m. Les couches sont moins inclinées, ce qui fait que du côté de l'est le palier hauterivien est plus large et se confond presque avec la pente de la montagne. Quelques chemins creux mettent à découvert le calcaire à *Ostrea rectangularis* ou la marne d'Hauterive, mais le plus souvent, les dépôts glaciaires recouvrent ces terrains. Le valangien forme l'arête de la chaîne. Nous y avons constaté des *Nérinées*, et un bel exemplaire de *Natica Pidanceti*.

Un sentier, partant de Vulbens, permet de franchir la chaîne et de descendre le long d'une étroite corniche sur Arcine, où l'on constate le remarquable contact entre l'argovien et le néocomien que nous venons de décrire.

Le *profil 3* montre la montagne sensiblement dans les mêmes conditions, sauf que les couches sont encore moins inclinées, mais l'arête est un peu plus élevée et la marne hauterivienne, recouverte d'erratique, est à 710 mètres; elle supporte le hameau de Cessens. Du côté de l'ouest, le profil a un peu changé; le valangien est presque horizontal au sommet, les couches du jurassique ont une tendance à plonger à l'ouest; la faille ne se voit pas, car elle est cachée sous les éboulis et l'erratique.

Le *profil 4*, qui passe par le plus haut sommet du Vuache, à 1111 m., a une grande ressemblance avec le profil 2; le palier hauterivien sur le versant E. est à 700 mètres, au-dessus de

Cortagy et Savigny. Un crêt d'hauterivien supérieur et d'urgonien inférieur, fait une légère saillie à 720 mètres. Un petit plateau formé par la marne hauterivienne, renferme le chalet de Plamont. L'abrupt à l'ouest du sommet est presque vertical et domine en muraille le plateau de Vovray, couvert d'erratique.

Profil 5. Dès le sommet du Vuache, la montagne change absolument de physionomie. Les couches prennent un plongement très manifeste vers le sud, en sorte que la crête valangienne s'abaisse rapidement. A un kilomètre au sud du sommet, le couronnement valangien inférieur est à 1070 m., suivi de près par l'hauterivien, et encore un kilomètre plus au sud, le valangien inférieur n'est plus qu'à 860 mètres, surmonté cette fois de toute la série de couches, dès le valangien supérieur jusqu'à l'urgonien supérieur qui le domine à 920 m. C'est ce que nous montre le profil 5. Le chemin de Bellefontaine suit le pied d'une pente très rapide, formé par le dos des bancs urgoniens, inclinés de 50°, couverts de broussailles ou en partie dénudés. La marne d'Hauterive est fort bien à découvert dans plusieurs chemins ou ravines entre le chalet sur Chaumont et ce village; on peut recueillir là beaucoup de fossiles. Le calcaire à *Ostrea rectangularis* et le valangien II se voient encore au pied du talus. Quant à l'abrupt jurassique, il est fort réduit, on ne voit plus que 50 à 60 mètres de calcaire compact blanc, plongeant au S.-E. et au pied même de cette paroi affleure, près de Loblaz, sur le chemin de Vovray, de la marne grise micacée suivie d'un grès mollassique gris, avec empreintes de feuilles, plongeant assez fortement au S.-W., 40 à 45°. C'est donc là encore un des points où la faille du Vuache est incontestable. Les marnes à la base du grès mollassique permettent de supposer l'urgonien à une faible profondeur. Le rejet de la faille serait sur ce point encore de 500 mètres environ.

Dès le chalet de Chaumont (876 m.) jusqu'au village de ce nom (636 au château), il y a moins de 1 $^1/_2$ kilomètre, l'abaissement des couches est presque de 300 mètres; différence entre le crêt urgonien dominant le chalet (920 m.) et le château de Chaumont (636 m.). Déjà un peu au N.-W. de Chaumont, la mollasse de la lèvre ouest de la faille s'écarte et laisse percer l'urgonien, et celui-ci touche à Chaumont même contre l'urgonien de la lèvre opposée. La faille existe encore comme fissure et son rejet doit être nul sur un point situé à moins de 200 mètres au sud du château de Chaumont. On n'a plus ici qu'une *voûte fen-*

due un peu à l'ouest de la ligne anticlinale. Tandis que les couches urgoniennes de la lèvre est ont une tendance à s'enfoncer vers le sud, celles de l'ouest s'élèvent au contraire dans cette direction. Si l'on pouvait voir les lignes de stratification sur les deux surfaces de contact, elles auraient la disposition de deux épées croisées.

Environs de Malpaz. Le défilé de Malpaz, entre Chaumont et le Mont-de-Musiège, renferme la clé de l'énigme de cette disposition étrange. Il se trouve à 800 mètres environ au sud de Chaumont, le niveau du Fornant est à 350 m. au fond de la gorge. C'est donc une entaille, de près de 200 mètres, creusée à l'endroit même où le Vuache disparaît et où surgit le Mont-de-Musiège. En comparant les terrains sur le versant nord avec ceux du pied du Mont-de-Musiège, on voit que la disposition n'est pas la même, ce qui n'est pas étonnant, vu le mouvement de bascule qui s'opère sur ce point même.

En descendant du château de Chaumont vers le hameau de Malpaz, on chemine sur l'urgonien, incliné au S.-E.; le sommet de l'affleurement présente l'aspect d'une voûte érodée et sillonnée de lapiez. Ce rocher de calcaire blanc domine le hameau de Malpaz (fig. 9, pl. III). Le chemin qui conduit de Chaumont à Malpaz, suit le fond d'une petite dépression, à l'ouest de laquelle se voit un nouveau rocher blanc, formé aussi de calcaire urgonien, mais dont les couches plongent à l'est comme pour former une synclinale avec les couches du côté opposé; c'est sur ce point que doit passer la faille du Vuache. Entre ces deux rochers se trouve un assez grand amas de grès sableux friable, très ferrugineux, de couleur jaune, rouge ou brun, à ciment, en partie calcaire et qui appartient au *sidérolithique*. A l'inverse de ce qui a lieu habituellement chez les sables sidérolithiques, ce terrain paraît stratifié et s'adosse contre l'urgonien de Chaumont. Les teintes variées lui donnent tantôt un aspect rubané ou moucheté. Ce terrain a une grande analogie avec le sidérolithique de Collonges; il est probable que c'est là un dépôt sidérolithique qui s'est produit sous l'eau. La position de ce terrain sur la crevasse même de la faille du Vuache semble justifier la supposition d'une éruption sidérolithique qui se serait déversée dans un lac.

Du second rocher urgonien, on voit, au-delà d'une légère dépression, un troisième affleurement calcaire qui est également

urgonien, mais cette fois on trouve, entre les deux, les *marnes d'Hauterive*, extrêmement froissées et écrasées. J'ai néanmoins pu recueillir quelques *Ostrea Couloni* et une *Panopée*. Plus à l'ouest, vers la chapelle de St-Jean, on trouve les couches de la mollasse, d'abord marneuses, en partie rouges et panachées, puis des grès à feuilles de végétaux. La grande route de Frangy à Viry coupe ce profil entièrement, comme le montre la partie supérieure de fig. 9, pl. III. On aurait donc à l'est une voûte urgonienne fermée, un synclinal comblé par le dépôt de sable siliceux du sidérolithique et une nouvelle voûte urgonienne rompue et laissant percer l'hauterivien. Ce dernier cependant ne forme pas une voûte, mais il est visiblement discordant avec l'urgonien du milieu. De chaque côté de ces affleurements calcaires se trouve la mollasse.

En dessous de la route de Frangy, jusqu'au cours du Fornant, la disposition se complique. La différence de niveau entre la route et le Fornant est de 150 mètres environ. Le chemin qui conduit du hameau au pont de Malpaz, suit la mollasse jusqu'au pont, construit sur l'urgonien. Au point même où la mollasse s'arrête, 1440 m., le torrent s'introduit dans un gouffre étroit, pour former, 100 mètres plus loin, une superbe cascade d'environ 50 mètres de haut, franchissant presque toute l'épaisseur de l'urgonien; le fond de la gorge est encore dans l'urgonien. On y voit distinctement, lorsqu'on suit du côté opposé le sentier qui conduit à Musiège, la disposition anticlinale des couches, qui forment la première bande d'urgonien. Mais il semble qu'il y a une rupture au milieu de l'anticlinale; le rocher y est interrompu du haut en bas par la végétation. La grande épaisseur de l'urgonien n'est qu'une apparence, due à ce que les couches plongent fortement du nord au sud et que les affleurements figurés dans les dessins ne se trouvent pas sur le même plan. Le second affleurement urgonien, compris entre l'hauterivien et le sidérolithique, se continue, avec le même plongement, aussi dans la gorge, où il est remplacé par un calcaire à plongement contraire, tout aussi massif et compact, mais moins blanc et qui n'est autre chose que du *valangien*. La partie de la gorge en dessous du sable sidérolithique est couverte de végétation. C'est là que doit passer la grande faille du Vuache suivant la ligne *a-b*. Le lambeau urgonien, assis au-dessus du valangien, n'est qu'un lambeau détaché, qui a été poussé par dessus le valangien en écrasant l'hauterivien; de là aussi son contact anormal

et discordant avec ce dernier. Il y a donc eu un glissement suivant la ligne *c-d*. Le troisième affleurement urgonien se continue normalement jusqu'au fond de la gorge; il forme, à la cote 430 m., un second rocher saillant qui supporte une ferme et un jardin, et se soude à des rochers urgoniens plongeant normalement au S.-W. en aval du moulin de Borbannaz. Entre cette bande urgonienne et le valangien se trouve, en série régulière, toute l'épaisseur de l'hauterivien, dont on trouve divers affleurements sur le sentier conduisant du moulin à la ferme (430 m.) et à la route de Malpaz; on constate en même temps l'écrasement graduel de ce terrain entre les deux rochers urgoniens. Les couches urgoniennes de ce côté de la gorge paraissent moins épaisses, parce qu'elles plongent au N., en sens inverse à celles de l'entrée supérieure de la gorge.

Mont-de-Musiège. Le profil du versant sud de la cluse du Fornant se lie bien à celui du flanc nord, dans la partie inférieure,vers les moulins de Borbannaz. On voit, en montant, la série normale de l'urgonien, de l'hauterivien et du valangien. Le valangien inférieur se montre dans un petit escarpement au pied de la montagne et butte par la faille contre l'urgonien supérieur qui forme le seuil de la cascade, à l'entrée supérieure de la gorge, près de Malpaz.

L'urgonien du Mont-de-Musiège forme un bombement en demi-coupole escarpée du côté de l'est, où passe la faille. Le sentier allant du pont de Malpaz au village de Musiège permet de relever quelques indices du profil stratigraphique de cette montagne, mais la série des terrains ne s'observe nulle part d'une manière continue. Le plateau de Contamines, au pied nord de cette montagne, est à 500 m. environ; on y voit quelques affleurement de mollasse, presque au contact du valangien inférieur qui perce au pied de la façade E. Le néocomien moyen détermine un talus surmonté d'un crêt continu d'urgonien et celui-ci forme toute la couverture de la montagne du côté de Musiège et de Digny. C'est le calcaire à *Requienia* absolument typique. Le village de Musiège est lui-même sur le miocène; mais plus au sud, l'urgonien descend jusqu'au niveau des Usses à Digny. Au pont des Douattes (Pont de Serason sur la carte), la rive gauche des Usses est formée par la mollasse, tandis que sur la rive droite il y a de l'urgonien. Ce dernier est crayeux et imprégné d'*asphalte* dans sa partie supérieure. En prenant le

chemin de Serzin, on longe constamment l'urgonien, dont le plongement tend à passer du S.-W. au S.; la rive opposée de la rivière des Usses est formée par la mollasse, ce qui montre la non-continuité du mont de Musiège. Ce rapide abaissement de l'urgonien, de plus de 300 mètres, sur moins d'un kilomètre de distance horizontale, ressemble presque à une faille. En effet, les rochers urgoniens qui dominent le sentier sont coupés à pic, bien que leurs bancs plongent au S.

A Serzin on trouve, au sortir du village, de la mollasse, et entre celle-ci et le pied du Mont-de-Musiège un grand amas de *terrain sidérolithique*, intercalé entre l'urgonien (lèvre E. de la faille du Vuache) et la mollasse. Ce sont des sables ferrugineux, siliceux à lien argileux, de couleur jaune ou rouge vif. Ils contiennent des rognons de fer mamelonné et même des nodules ferrugineux creux à l'intérieur ou remplis de matière sableuse. Ces rognons sont souvent alignés en zones au milieu de ce dépôt qui a un aspect stratifié; on ne voit pas le contact avec l'urgonien, mais dans la partie plus profonde apparaît un fort amas de *minerai de fer*, composé de grains pisolithiques, contenus dans une sorte d'argile dure de couleur brun foncé. Dans le haut, il y a passage presque insensible entre les sables ferrugineux et les marnes de la mollasse qui offrent encore la couleur rouge. Cette transition permettrait de supposer un remaniement des matériaux sidérolithiques dans le miocène ou peut-être une continuation des éjections ferrugineuses *pendant la formation miocène*. L'emplacement de ce dépôt, sur la faille du Vuache, indique bien celle-ci comme cheminée d'éruption.

C'est ainsi, entre Serzin et le Pont des Douattes, que se termine le Mont-de-Mussiège et avec lui la chaîne du Vuache.

CHAPITRE X

Coup d'œil sur les relations entre le Vuache et les chaînons du Jura qui l'avoisinent. Théorie orogénique.

Les axes de dislocation des chaînons du Jura qui avoisinent le Vuache, ne sont pas parallèles à celui-ci. Cela ressort de l'examen de la petite carte que j'ai le plaisir de pouvoir joindre à ce travail. Cette carte, complétée par mon ami le Dr G. Maillard, permet de saisir aisément les relations qui semblent exister entre l'arête du Vuache et les chaînons voisins et, d'un autre

côté, la disposition vraiment étrange des chaînes alpines entourant le lac d'Annecy.

Nous avons vu la chaîne du Reculet limitée à l'ouest par un pli-faille. Ce pli-faille, dû à un déjettement bien visible, est suivi d'un second tout à fait semblable, qui coupe le pied du chaînon de la Mantière juste avant son extinction au nord de Confort. Le chaînon, entièrement détaché du Gros-Faoug et du Mont-Corsuet, sur la rive E. du lac du Bourget, semble être la réapparition lointaine du chaînon disparu de la Mantière qui est lui-même un prolongement du chaînon du Crêt-Chalain, bordant le plateau des Hautes-Molunes à l'est. Bien plus étrange encore est la faille de Champfromier qui met en contact le néocomien avec le dogger et même avec le lias et le trias.

La partie nord du bassin miocène de Bellegarde se divise en deux golfes. Le vallon de la Mantière forme celui de l'est qui se continue dans la vallée de la Valserine, alternativement élargie, écrasée et surélevée, suivant l'état de dislocation des chaînes voisines. Les dépôts de mollasse miocène de cette vallée sont des prolongements directs de ceux du bassin de Bellegarde. Le golfe de l'ouest s'enfonce à Montanges entre la troisième chaîne du Jura et le chaînon de Mantière et butte contre la faille de Champfromier.

Le plateau urgonien, entre Montanges et le Crêt, dans lequel est creusée la gorge de la Valserine, paraît comme une zone d'affaissement entre deux chaînons surélevés. En effet, l'arête de la Mantière offre son rejet à l'*est* et la faille de Champfromier a son rejet à l'*ouest*. Mais le golfe de Montanges ne s'arrête pas là. Le plateau des Hautes-Molunes renferme un synclinal à environ 1100 m. d'altitude, c'est la combe d'Evoaz, dans laquelle M. Benoît a découvert de la mollasse marine supérieure, contenue dans un pli du néocomien. Or, entre Montanges et la combe d'Evoaz, il y a plus de 500 mètres de différence de niveau et orographiquement le golfe de Montanges-Champfromier a pour prolongement la combe d'Evoaz, sur le plateau des Hautes-Molunes, d'où résulte que la faille de Champfromier a oblitéré la continuation de ce synclinal. Sous ce rapport, la région de Champfromier et des Hautes-Molunes mériterait une étude toute spéciale, qui ne pouvait rentrer dans le cadre de ce travail, mais je tiens à signaler ce problème qui marque un des traits particuliers des chaînes méridionales du Jura, voisines des Alpes.

A l'ouest de Montanges le néocomien est très régulièrement adossé contre la troisième chaîne du Jura, aucune faille ne trouble la concordance des couches.

La cluse de la Sémine, entre Châtillon-de-Michaille et Saint-Germain-de-Joux, met à découvert une série très régulière de terrains, dès l'urgonien jusqu'au bathonien, qui affleure à Tacon. Cette concordance se maintient jusqu'au lac du Bourget, où la chaîne du Grand Colombier, suite de la 3me chaîne du Jura, est coupée par le passage du Rhône; son prolongement, le Mont-Chaucaz, qui longe la rive ouest du lac du Bourget, offre la même concordance sur son versant est, tandis que le versant ouest est coupé par plusieurs failles dans le genre de celle du Vuache.

C'est en divergence complète avec les alignements des autres chaînes du Jura que nous voyons naître le *chaînon du Vuache,* coïncidant avec un abaissement énorme de l'axe de la chaîne et compliqué encore d'une faille des plus étranges, sur laquelle se placent le Vuache à l'est, le Mont-de-Musiège à l'ouest, puis la ligne orographique du chaînon s'efface entièrement jusqu'à la Balme de Syllingy qui présente une faille sur son escarpement S.-W., dans l'alignement de celle du Vuache. M. Maillard pense même que cette ligne de fracture est la même que celle qui sépare les chaînes crétacées sur les deux rives du lac d'Annecy. Cette rupture doit donc avoir son origine dans les causes générales qui ont disloqué la région tout entière pour qu'elle traverse indistinctement des plis de deux systèmes de dislocation : le Jura et les Alpes.

Il est frappant de constater que l'axe de dislocation du *Salève,* parallèle à la chaîne du Reculet, ne suive pas l'inflexion de l'axe du Vuache à l'approche de celui-ci. La voûte déjetée au N.-W. du Salève, compliquée encore d'une faille due en partie au renversement et à l'affaissement de la voûte sur son flanc N.-W. (chevauchement latéral), paraît se continuer dans le Mont-d'Allonzier et le Crêt de la Dame, deux mamelons urgoniens, séparés par une faille. Cet urgonien est le prolongement de celui qui recouvre le versant S.-E. du Salève. D'un autre côté, le Crêt de la Dame se lie directement à la montagne de la Balme qui présente, au N.-W., un escarpement semblable à celui du Salève. L'axe longitudinal de la Balme forme, avec la faille du Vuache, un angle de 90°. Celle-ci est donc exactement transversale au pli de la montagne de la Balme.

Comme il est incontestable que la faille du Vuache naît sur un pli anticlinal, l'angle N.-W. de la montagne de la Balme offre donc l'exemple de l'*entrecroisement de deux axes anticlinaux.* Encore ici la faille du Vuache est accompagnée d'un affaissement du côté du S.-W., tout comme au Vuache. Le versant N.-W. de la Balme offre aussi une faille. A l'angle de la montagne, près du village de la Balme, il y a des rochers urgoniens dont les bancs s'enfoncent sous la montagne et buttent contre l'hauterivien et le valangien du pied de celle-ci. Cette faille paraît continuer jusque vers Rossy (voir G. Maillard. Note sur la géologie d'Annecy, la Roche de loc. cit., pl. I, fig. 1-4, et pl. VIII). Le prolongement S.-W. de la Balme se présente comme un bombement urgonien qui se continue jusqu'à Lovagny, où il est coupé par les gorges pittoresques du Fier, puis ce pli disparaît à son tour sous le miocène.

Remarquables sont encore les nombreuses failles longitudinales qui suivent le pied des plis jurassiens, bordant la région alpine au S.-W. d'Annecy ; elles sont caractérisées par des affaissements du flanc ouest des plis (Maillard, Géologie d'Annecy, etc.).

Théorie orogénique.

Il est difficile de se créer une hypothèse sur les causes ainsi que sur le sens des mouvements horizontaux et verticaux qui ont accompagné le bouleversement de cette région limitrophe du Jura et des Alpes. Nous avons défini aussi bien que possible le sens et l'étendue des failles, mais je ne me suis pas encore prononcé sur les mouvements horizontaux qui ont causé la formation des chaînes. J'essaierai cependant de définir mes vues sur le sens de ces mouvements et sur les relations entre les plis et les failles. Il aurait été difficile d'aborder cette question, sans la petite carte géologique; grâce à cette carte, il est possible d'exposer en peu de mots le mécanisme qui paraît avoir présidé aux dislocations que nous avons constatées.

Il ressort du parallélisme du Mont-Salève avec la chaîne du Jura au N. du Crédo et avec les chaînes alpines au S.-E. de La Roche, que ces trois zones de plissement ont été bouleversées par la même poussée ou refoulement horizontal ayant agi normalement à leur direction, soit du S.-E. au N.-W. Cette poussée venant des Alpes, ce sont celles-ci qui ont été disloquées les premières, précédant ainsi le Salève et les autres chaînes du

Jura, ce qui ressort nettement de l'absence de tout dépôt miocène dans l'intérieur des plis alpins. Cependant la discordance du miocène et sa transgressivité au pied du chaînon et du Reculet attestent que l'ébauche de ces plis existait déjà avant cette époque. La fissure qui devait devenir plus tard la faille du Vuache a laissé surgir des éruptions sidérolithiques. L'absence de mollasse marine supérieure dans la vallée de la Valserine et sa présence plus à l'ouest aux Hautes-Molunes, attestent encore que le premier de ces deux golfes, dépendant du même bassin, a été desséché avant le second et que le soulèvement progressait du S.-E. au N.-W.

Le renversement du Salève a donné lieu, non-seulement à des plis accessoires, à des petites failles, chevauchements latéraux, etc., sur l'escarpement N.-W., mais, comme l'a remarqué M. Maillard, la poussée horizontale a produit encore, entre cette montagne et le Mont-d'Allonzier, un fort décrochement horizontal. Il serait difficile, en effet, de comprendre autrement la différence dans l'alignement des affleurements du Salève et du Mont-d'Allonzier qui se relient pourtant directement l'un à l'autre par l'assise urgonienne. Le chaînon d'Allonzier n'est pas renversé et s'il l'est, ce serait plutôt du côté S.-E., soit en sens inverse de celui du Salève. A la Balme la façade N.-W. accuse de nouveau un affaissement de ce côté, comme le pied nord du Salève.

C'est ce même mouvement dirigé du S.-E. au N.-W. qui est la cause de cette convergence des chaînons terminaux du Jura qui tendent à se réunir vers un point situé au S.-W. du Reculet. En réalité, cette convergence en faisceau ou en gerbe, est causée par un étranglement des plis, à leur renversement qui n'a cependant pas conduit à un entassement les uns au-dessus des autres. Cela nous explique le renversement de la chaîne du Reculet près de Chézery, l'écrasement et la surélévation du vallon de la Mantière et peut-être même la faille de Champfromier et le décrochement de la Dôle?

La faille du Vuache paraît avoir été causée de même par cette poussée horizontale, et c'est le plan de rupture de la faille qui a séparé la région subissant la poussée horizontale d'une région relativement fixe située à l'ouest de cette faille. Le Vuache se serait donc produit sous l'influence de deux poussées successives. L'une, *normale* à sa direction, créant la voûte primitive; l'autre, *parallèle* à sa direction, est celle que nous venons de dé-

finir et qui a produit le renversement et le décrochement du Salève. C'est encore celle-ci, agissant *parallèlement* à la fissure du Vuache qui a soulevé à l'est de cette fracture la montagne de la Balme, en la séparant de son prolongement, la colline de Lovagny qui se trouve à l'ouest de la faille. C'est grâce à cette poussée dans le sens *longitudinal* à la chaîne du Vuache que la moitié E. de celle-ci s'est soulevée en forme de demi-chaînon, en s'arc-boutant, tandis que la moitié ouest est restée enfoncée sur sa plus grande longueur. Sans ce refoulement dans deux directions, le Crédo s'arrêtait peut-être déjà à Léaz, tout comme le chaînon de la Mantière s'éteint subitement à Confort et le Vuache restait totalement enfoncé.

Nous avons vu que l'axe de dislocation de la chaîne du Vuache naît bien sur une anticlinale, car c'est en anticlinale que les couches plongent des deux côtés de la faille jusqu'au Mont-de-Musiège. Il est probable que sans le mouvement horizontal que nous supposons le pli anticlinal du Vuache ne se serait pas fait sentir plus loin que le Mont-de-Musiège et que le niveau de la chaîne aurait été celui de l'entrecroisement des deux lèvres urgoniennes entre Malpaz et Chaumont, soit environ 600 m., dépassant à peine la mollasse. C'est donc là que s'arrête la ligne orographique du *Vuache-Chaîne.* Mais le *Vuache-Faille* continue, comme nous l'avons vu, jusque dans l'intérieur du système des plissements alpins. M. Maillard *(cit.* Environs d'Annecy, p. 9) a mis en évidence le mouvement horizontal des plis sur la rive orientale du lac d'Annecy qui a créé une configuration tout à fait différente entre les deux versants de ce bassin. Boyer en avait déjà eu l'idée. Ce mouvement horizontal ne pouvait avoir lieu sans occasionner des décrochements, dont la carte permet de se rendre compte[1].

La longue fracture du Vuache a donc été non-seulement le siège d'un mouvement dans le sens vertical, mais aussi dans le sens horizontal. Il est facile de voir, en effet, que la montagne de la Balme a subi un mouvement horizontal du S.-E. au N.-W., elle paraît comme *arrachée* de sa continuation naturelle, la colline de Lovagny, qui fait à peine saillie au-dessus de la mollasse. Le Crêt de la Dame et le Mont d'Allonzier sont aussi séparés de

[1] La carte indique au moyen de flèches bleues le *sens* des mouvements qui paraissent avoir causé ces décrochements. La longueur des flèches est à peu près proportionnelle au mouvement horizontal supposé.

la Balme par un petit décrochement avec rejet N.-W. Mais le plus fort mouvement est celui du Salève, dont le décrochement accuse un rejet horizontal de presque deux kilomètres au N.-W.

Le fait que le rejet vertical de la faille du Vuache se trouve alternativement à l'est et à l'ouest de celle-ci, est une preuve irrécusable que la dislocation de ce chaînon est due à la tension inégale de la nappe sédimentaire des deux côtés de la rupture. Au N.-E. de la faille, le mouvement du S.-E. au N.-W. ne laisse pas de doute; au S.-W. de cette ligne, le refoulement paraît avoir agi plutôt de l'est à l'ouest comme l'atteste l'alignement presque exactement N.-S. du Grand-Colombier et de la montagne de Cessens.

Quant aux mouvements verticaux, il n'est pas possible de dire s'il s'agit, pour les parties enfoncées, d'affaissements réels ou relatifs. Pour la région entre Musiège et Léaz, l'affaissement me paraît être relatif; c'est-à-dire le Vuache s'est réellement surélevé sous l'action de la pression venant du S.-E., en laissant la lèvre ouest enfoncée et en partie recouverte de mollasse. Le chaînon primitif devait être symétrique, un pli en forme de voûte peu saillant; mais si peu accusé qu'il paraît avoir été, il a joué un rôle très remarquable. C'est cette ligne de dislocation du Vuache qui séparait à la fin de l'époque miocène le bassin suisse de son prolongement au S.-W, le bassin de Rumilly. En effet, la mollasse marine helvétienne, qui occupe le bassin de Bellegarde-Frangy-Rumilly, ne dépasse sur aucun point cette ligne orographique allant du Vuache à Annecy. La communication avec la formation helvétienne du bassin suisse, si elle a jamais existé, ne paraît pas avoir eu lieu de ce côté-ci.

A cette époque, le Haut-Jura n'était pas encore surélevé. Les Alpes non entrées encore dans la phase du grand bouleversement. C'est à la fin de la période miocène que les grands bouleversements créèrent les dislocations définitives. La région du Haut-Jura, avec ses dépôts miocènes, fut surélevée à 1000 mètres et plus. Le Mont-Salève se renversa et se déplaça vers le N.-W. et le Vuache s'accentuait davantage, mais bien moins que les parties plus au nord, le Crédo et le Reculet. La grande faille, d'abord simple fissure, due à la tension inégale de la pression latérale, subit sur ses deux bords des dénivellations variées. La lèvre E. fut entraînée dans le mouvement de surélévation; la lèvre W. resta affaissée et ne subit que des plissements lo-

caux, tels que le bombement en coupole du Rocher-de-Léaz, la demi-coupole de Musiège.

Au nord de Bellegarde la branche est du golfe miocène, le vallon de la Mantière-Mijoux, fut localement surélevée; la branche ouest resta enfoncée sur ce même point et se trouva séparée de son prolongement nord par l'étrange faille de Champfromier.

Je ne saurais résoudre pour le moment un problème qui se pose encore en dernier lieu. Quelle est l'époque du creusement de la cluse du Fort-de-l'Ecluse? Cette érosion est préglaciaire, ainsi que l'a démontré la découverte faite par M. Renevier, d'un dépôt de sable stratifié dans la partie la plus étroite de la cluse et sous le glaciaire. Le creusement de cette cluse a donc probablement coïncidé avec le mouvement d'exhaussement du chaînon au-dessus du plateau miocène; sinon on s'expliquerait difficilement pourquoi le fleuve aurait choisi ce passage-là; car en reconstituant les parties enlevées par l'eau, il en résulterait une barrière bien plus élevée que le seuil du Mont-de-Sion. C'est donc de front avec les progrès du soulèvement que l'érosion a coupé la chaîne! Malgré cette explication très admissible, il semblerait qu'en un moment donné, le passage du Rhône primitif était ailleurs : à en juger par la forme du bassin d'érosion du Léman, on ferait passer son trop-plein plutôt le long du pied du Salève, dans la direction de Seyssel ou de Rumilly?

Mais il reste néanmoins établi que la ligne du Fort-de-l'Ecluse pouvait présenter des conditions très favorables pour le passage du Rhône à travers le Vuache. L'abaissement brusque de l'axe de la chaîne qui est de plus de 600 mètres, sur moins de deux kilomètres de longueur, pourrait bien avoir produit une fissure profonde et transversale, ayant attiré le passage du Rhône. Il faut si peu de place pour laisser passer toute une rivière! Une fissure une fois ouverte est rapidement élargie en cluse. Même les torrents descendant du Crédo pourraient, de leur côté, avoir usé peu à peu cette barrière, en créant des éboulements dans la paroi reliant primitivement le Plat-des-Roches au Vuache.

On se rend compte facilement de l'action destructive qu'a exercée ensuite le passage des grands glaciers diluviens qui ont recouvert le Vuache sur toute sa longueur et rempli la cluse jusqu'à 1200 mètres d'altitude.

REMARQUES SUR LES PLANCHES

Pl. I. La topographie de la carte est un report sur pierre de la partie S.W. de la feuille III de la carte générale de la Suisse au $^1/_{250\,000}$. La petite échelle n'a pas permis de mettre une très grande exactitude. Bon nombre d'affleurements peu étendus de terrains ont dû être exagérés pour être marqués sur la carte.

Comme l'indique le titre, les Alpes et le S.W. du Salève ont été coloriés par M. G. Maillard. Les données empruntées à la carte géologique de France sont dues à MM. Lory, Pillet et Benoît.

Dans les planches II-IV, l'échelle horizontale et verticale des figures est, fig. 8, 9 et 10, pl. III exceptées, $^1/_{25\,000}$, soit le décuple de celle de la carte. Les détails indiqués sont donc plus nombreux; aussi dans la construction des profils la plus grande exactitude a pu être observée.

Le plongement des couches, transversalement au plan des profils, est indiqué, lorsque cela avait de l'intérêt, par le signe T, dont la flèche est supposée enfoncée dans le profil dans le sens des strates et opposé à l'observateur, tandis que le trait est supposé dans le plan du profil.

Les abréviations sont toutes indiquées dans la légende, pl. IV, de même que les signes graphiques : *Gl. J.* = glaciaire à matériaux jurassiens. *Gl. A.* = id. à matériaux alpins. *Gl. JA.* = id. à matériaux jurassiens et alpins mêlés.

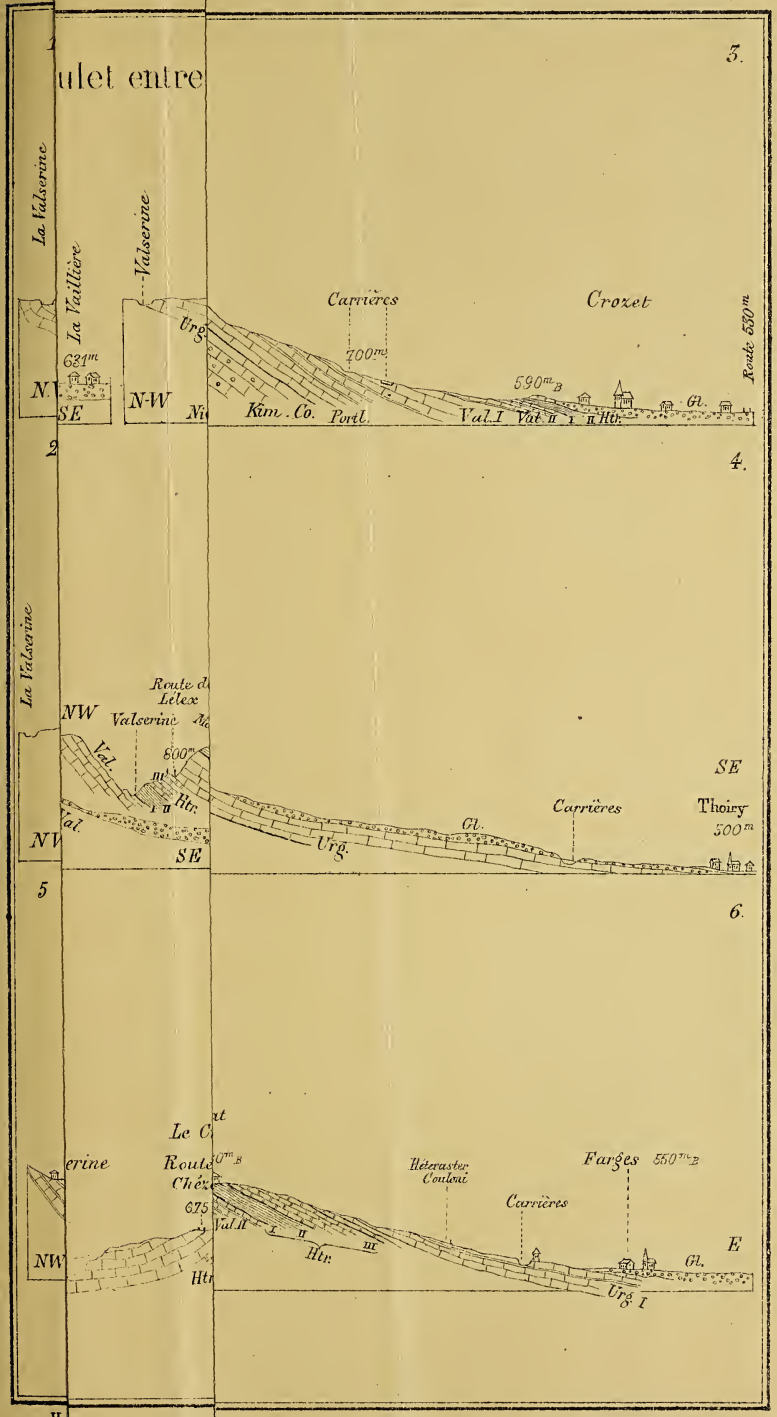
La lettre B, suivant une indication de hauteur, signifie que celle-ci a été mesurée au baromètre. Les autres cotes ont été prises sur la carte de France au $^1/_{80\,000}$.

Les couches de la coupe stratigraphique, pl. V, ont été mesurées exactement au moyen de la chevillière, perpendiculairement à leur stratification. Les fossiles indiqués ont tous été recueillis sur place et pris dans le terrain même.

Légende des couleurs.
Ms
Miocène supérieur Mollasse marine
Rolle
Cuvat
les Ollières
836
Coucy
Mougny
Clermont
Morteryo
Lempras
Mandalaz
Tinzel
Cully
Gros

Pour la topographie, Report sur pierre de la feuille III avec autorisation du bureau topogr. fédéral.

Lith. J. Chappuis, Lausanne


ulet entre
3.
La Valserine
La Vaillière
Valserine
631m
SE
N-W
Urg.
Carrières
700m
Crozet
590m B
Route 550m
Gl.
Kim. Co.
Portl.
Val. I
Val. II
Htr.
4.
La Valserine
Route de Lélex
NW
Valserine
800m
Htr.
SE
Gl.
Carrières
Thoiry
500m
Urg.
5
6.
Le C
Route
Chéz
675
Val. II
Htr.
Hétérastér Coulouï
Carrières
Farges
550m B
E
Gl.
Urg. I
Lith. J. Chappuis, Lausanne.

Profils géologiques de la Chaîne du Reculet entre la Faucille et le Grand-Crédo.

1

Arête de la Faucille
Les Chenallettes
Ch.r de la Platière
Ravin du Journan
Carrière
La Janiconte
Route de Mijoux
Kim.
Co
Séq
Arg.
Spat.
Call
Vés.t
Bej
Journan
Kim.
Port
Val.t
Val.II
Gl
La Valière
Valserine
Lelex
Eb
Faille
Mol.
Urg.
Htr.
Port.l
Co Kim.
NW
500m au dessus du niveau de la Mer.
Niveau de 500m S.M
SE

2

Montoisey
Sommet au Sud du Mt Colombey
Chalet
Chalet Girod
Route de Mijoux
Lotière
Port.
Kim. Co
Arg.
Séq
Kim. Co
Port
Val.
Carrière sur Avoujon
Gl
Route de Lelex
Valserine
Eb
Mol
Urg.
Htr.
Faille
Val
NW
500m s.M
SE
300m s.M

3

Sommet du Reculet
1720m
Chalet d'Ardevens
Vallon d'Ardevens, Nord
Vallon d'Ardevens, Sud
Chalet d'Ardevens
Séq
Arg.
Kim. Co
Port
Val
Urg.
Carrières
Thoiry
SE

4

Projection du Col de Crozet
Pont culminant du Col
La Cathelme
Ch.t Robin
Lac du Col de Crozet
Chalet
Parquet
Séq
Arg.
Kim. Co
Port.l
Carrières
Crozet
SE

5

Arête de la Roche
1670
Chalet de la Chaux
Route de Lelex
Chemin
La Valserine
Cône de déjection
Chalet de l'Alpage
Arg
Séq
Côte sur Ferrières
Kim. Co
Port.
Val.
Htr.
Val
NW
500m s.M
SE

6

La Patrouille
1460
Vallon de Montière
Jaquillet
Chez Robin
Le Crêt
Route de Chézery
Valserine
Le Ladai
Port.
Kim. Séq
Pré Boillet
Le Replat
Carrières
Fargès
Urg.
Htr.
Val.
E

Schardt, del.

Lith. J. Chappuis, Genève

1

1/25000

Profils géologiques de la colline de Vesancy et du Mont-Mussy ou Mont de Mourex.

8

Coupe du lambeau Néocomien près d'Arcine (Vuache)

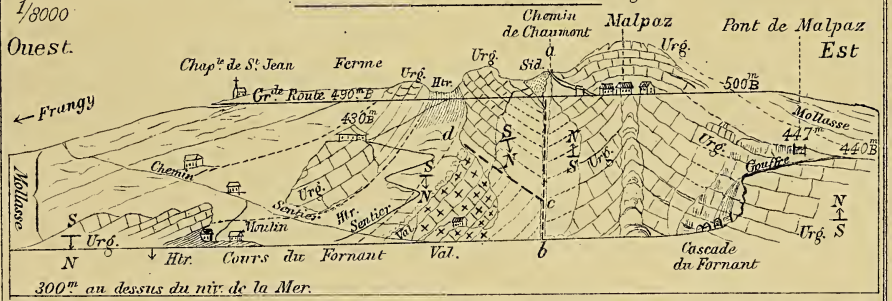
Echelle approximative 1/1000

9

Aspect géologique du Flanc droit de la cluse du Fornant

entre le Vuache et le Mont de Musiège.

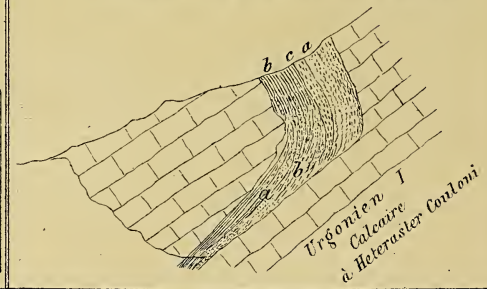
1/8000



10

Crevasse Sidérolithique ejective

Carrière à l'ouest de Chévrier (Vuache).

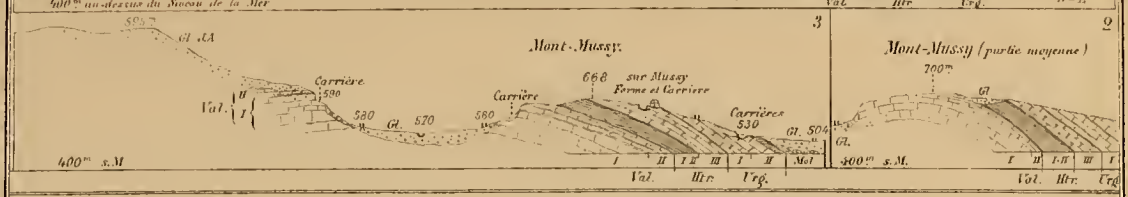


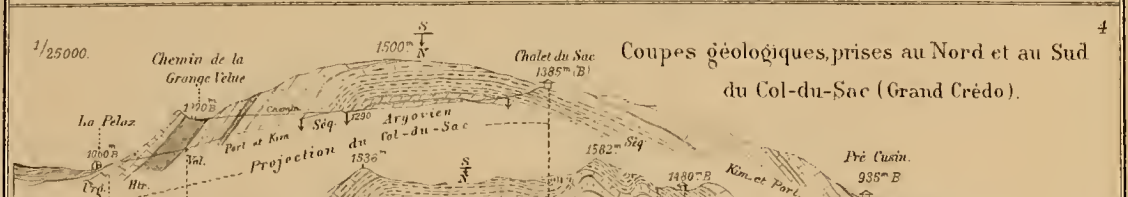
H. Scha

Lith. J. Chappuis, Lausanne.

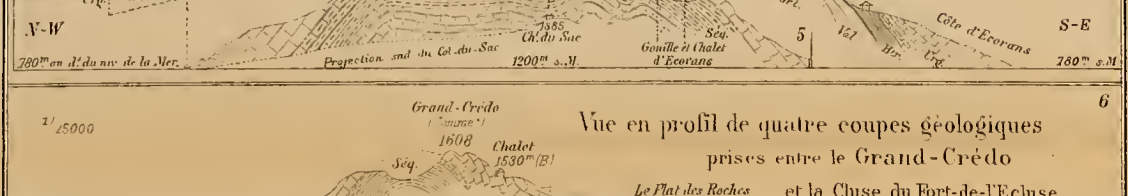
H. Schardt del.

Profils géologiques de la colline de Vésancy et du Mont-Mussy ou Mont de Mourex.





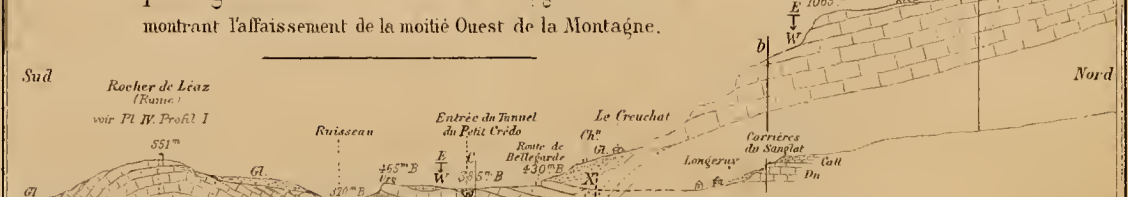
Coupes géologiques, prises au Nord et au Sud du Col-du-Sac (Grand Crédo).



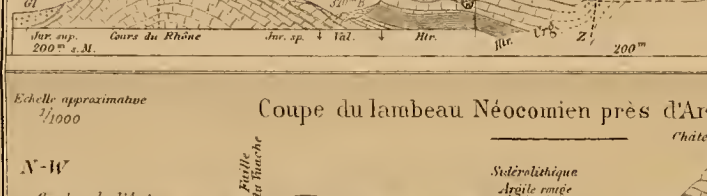
Vue en profil de quatre coupes géologiques prises entre le Grand-Crédo et la Cluse du Fort-de-l'Ecluse

Coupe longitudinale entre la Pointe de Sorgia et le Rocher de Léaz montrant l'affaissement de la moitié Ouest de la Montagne.

Coupe du lambeau Néocomien près d'Arcine (Vuache)

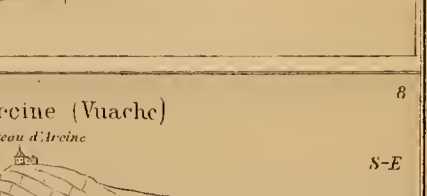


Aspect géologique du Flanc droit de la cluse du Fornant entre le Vuache et le Mont de Musiège.



Crevasse Sidérolithique ejective

Carrière à l'ouest de Chévrier (Vuache).

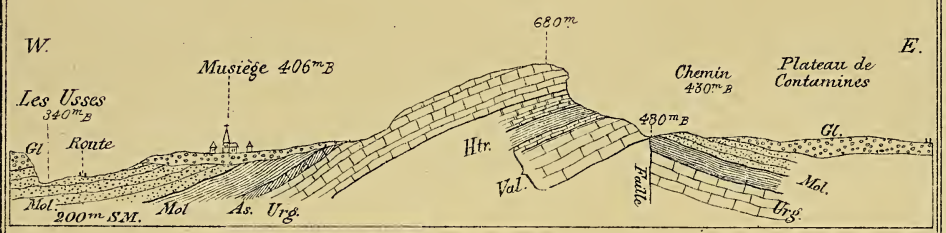


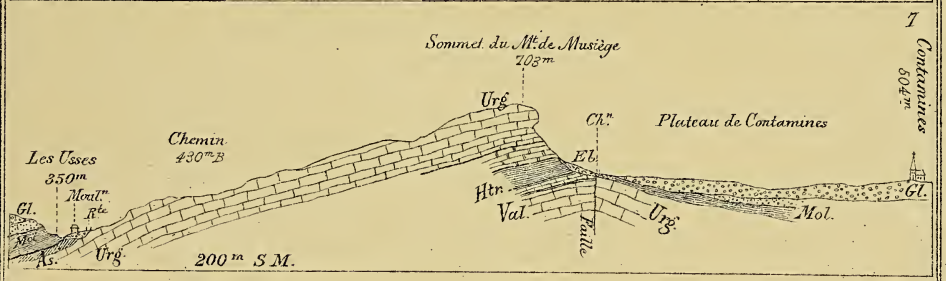
Lith. F. Chapuis, à Neuchâtel

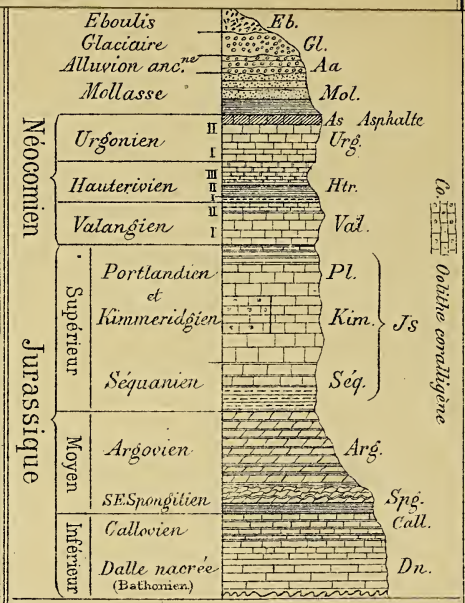
1

Profils géologiques de la Montagne du Vuache

Profils géologiques du Mont de Musiège



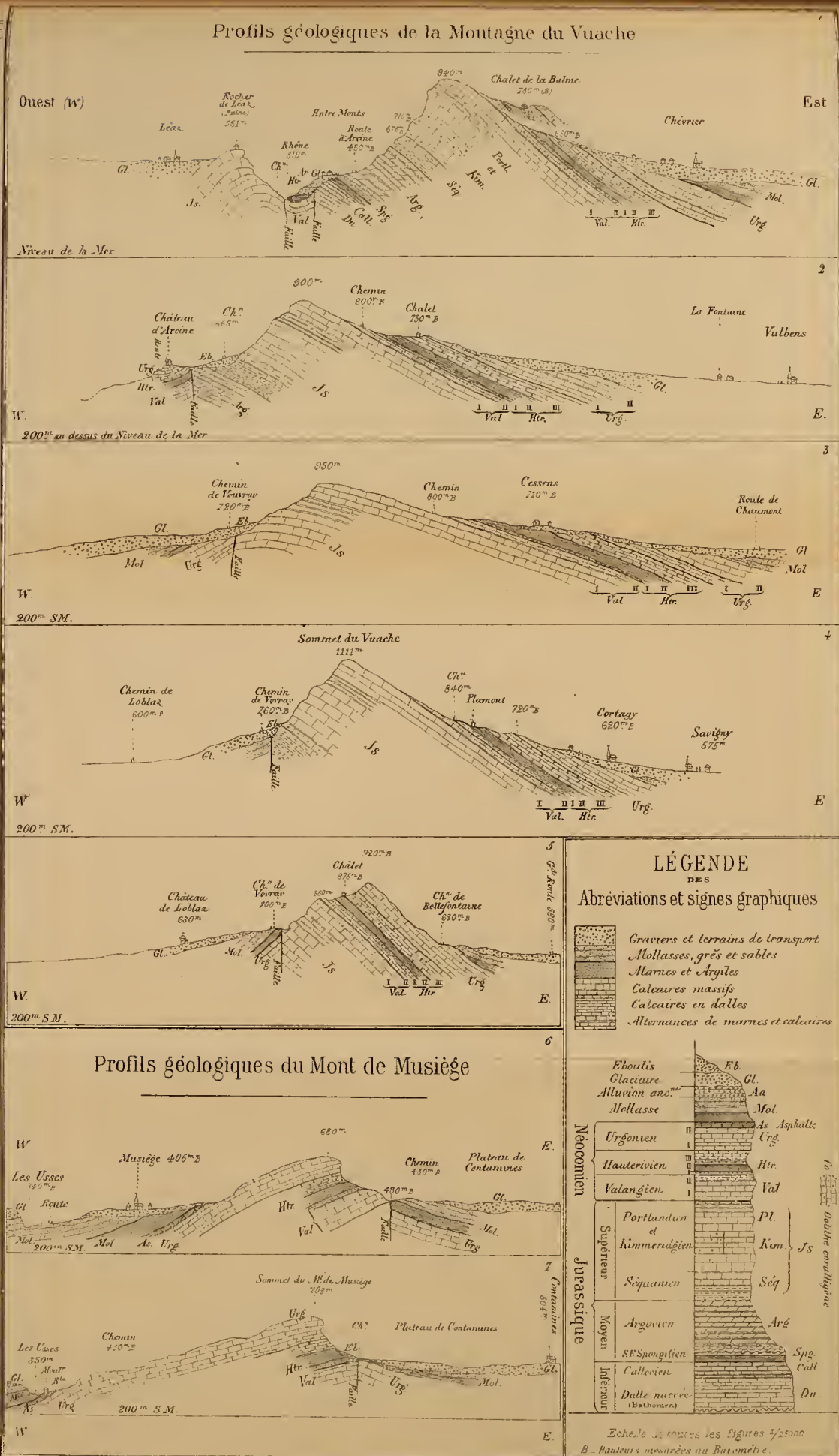




Echelle de toutes les figures 1/25000

B = Hauteurs mesurées au Baromètre.

H. Sch. Lith. J. Chappuis Lausanne


Profils géologiques de la Montagne du Vuache
Ouest (W)
Est
Leaz
Rocher de Leaz
Entre Monts
Route d'Arcine
Rhône
Chalet de la Balme
Chevrier
Niveau de la Mer
Château d'Arcine
Chemin
Chalet
La Fontaine
Vulbens
200m au dessus du Niveau de la Mer
Chemin de Vouvray
Chemin
Cessens
Route de Chaumont
200m SM.
Sommet du Vuache
Chemin de Loblaz
Chemin de Vovray
Plamont
Cortagy
Savigny
200m SM.
Château de Loblaz
Chalet
Chn de Bellefontaine
Gde Route
200m SM.
Profils géologiques du Mont de Musiège
Musiège
Les Usses
Route
Chemin
Plateau de Contamines
200m SM.
Sommet du Mt de Musiège
Chemin
Les Usses
Plateau de Contamines
200m SM.
LÉGENDE
DES
Abréviations et signes graphiques
Graviers et terrains de transport
Mollasses, grès et sables
Marnes et Argiles
Calcaires massifs
Calcaires en dalles
Alternances de marnes et calcaires
Eboulis
Glaciaire
Alluvion anc.ne
Mollasse
Néocomien
Urgonien
Hauterivien
Valangien
Jurassique
Supérieur
Portlandien et Kimmeridgien
Séquanien
Moyen
Argovien
SE Spongitien
Inférieur
Callovien
Dalle nacrée (Bathomen)
Oolithe coralligène
Echelle de toutes les figures 1/25000
B = Hauteurs mesurées au Baromètre.

COUPE STRATIGRAPHIQUE

	GIEN ERIEUR 1	EUR ica Leviathan	à 1m. de puissance.			
			Marne grise et jaune.	11	1m	Thracia vulvaria. Terebrat. valdensis.
			Calcre jaune ou blanc en bancs réguliers.	10	5m	
JURASSIQUE SU	Portlandien		Calcre compact gris-blanc.		6m	
			Marne et calcre dolomitiques.		0,60m	
			Calcre gris compact.		1,80m	
			10 alternances de calcre gris homogène et de marnes dolomitiques.		9m	
			Calcre gris compact.		1,80m	
			Calcre blanc et gris compact		5m	
			Calcre gris compact.		1,50m	
	Kimmeridgien, Sequanien, etc?		Calcre blanc, compact ou rocailleux		environ 300m	Pecten.

Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. Vol. XXVI. Pl X.

Lith. J. Chappuis, Lausanne.

COUPE STRATIGRAPHIQUE

du Néocomien et d'une partie du Jurassique supérieur de la montagne du Vuache.

Echelle - 1 : 500

Subdivisions	Caractères pétrographiques	Epaisseur des couches		ASPECT des terrains	Fossiles caractéristiques ou abondants
GROUPE NEOCOMIEN (CRÉTACÉ INFÉRIEUR) — URGONIEN NEOCOMIEN SUPÉRIEUR env. 100m — URGONIEN II ou SUPÉRIEUR Calcre à Requienia	Calcre blanc saccharoïde et parfois souvent imprégné d'Asphalte.				(Mont de Musiège, Fort des Bouillets, etc.)
	Calcre compact, massif, blanc, rosâtre, ou grenatière, à couches plus ou moins marno-calcaires	40 50m			Requienus, Ammonites, Sphaerulites, Alectorolophus, Rhynchonella, Urgonienses, etc.
URGONIEN I ou INFÉRIEUR Marnes et Calcres jaunes de la Russille	Calcre compact, blanc ou jaune, souvent oolitique.	8	5m		Terebratula, russillensis, depuis Sucina rugiferus (Favre).
	Marne compacte blanche, grise ou verdâtre non stratifiée	7	2.30m		Rhynchonella, Heteraster Coulon, Terebrat. russillensis
	Calcre compact blanc à rognons siliceux	6	5m		Heteraster Coulon.
	Calcre compact blanc en strates regulières.	5	6m		Heteraster Coulon sur les délits des bancs.
	Calcre fracturé, blanc.	4	7.30m		
	Calcre blanc ou jaunâtre à délits oolitiques	3	7.30m		Calotaria neocomiensis, Cidaris corniferus, Cid. Landyi, Pentacrinus neocomiensis
	Calcre oolitique jaune fracturé	2	2.70m		
	Calcre massif oolitique ou spathique jaune ou rosâtre	1	6.30m		
HAUTERIVIEN III ou SUPÉRIEUR Pierre Jaune de Neuchâtel 65m — HAUTERIVIEN NEOCOMIEN MOYEN 97m	Oolites couches marno-calcaires, jaunes, oolitiques, en bancs calcre	16	1.70m 0.40m 1.10m		Cardium subhillanum
	Calcre jaune, compact à texture spathique.	13	4m		
	couche marno-calcaire	12	1.30m		Nucula.
	Calcre gris jaune, spathique rempli de grains verts	11	3m		
	Calcre marneux jaune, à bancs calcaires, parsemé de points noirs	10	3.10m		Venus Cornuelt
	Calcre oolitique gris en dalles rempli de grains verts et noirs.	9	2.10m		
	Marne jaune à rognons calcaires	8	4m		Panopaea Intercalis, P. arcuata, etc
	Calcre oolitique gris en dalles	7	1.10m		
	Marne grise à la partie supérieure (Imparfaitement visible)	6	13.50m		Pholadomya Gillieroni, etc
	Calcre gris oolitique à grain assez fin, en dalles	5	7.10m		
	Marne grise homogène, remplie de grains verts et noirs à la base	4	2.20m		Nodelli, faba, N. pseudojurensis, Terebr. longibrachia, Pelatior S. Nordgi
	Calcre oolitique verdâtre à grain grossier, marneux dans le milieu.	3	2.30m		Rhynchonella multiformis, Holectypus macropygus
	Couche probablement marneuse (invisible)	2	4m		
	Calcre en dalles jaunes à texture finement spathique, parsemé de grains verdâtres	1	14m		
HAUTERIVIEN INFÉRIEUR 32m — HAUTERIVIEN I HAUTERIVIEN II Marnes d'Hauterive — Calcre à Toxaster rectanguliferus	Bancs irréguliers de calcre homogène gris ou jaune, séparés par des lits marneux.	4			Cephalopodes et Ostrea Coulomi rares
	Marnes bleues grenues interrompues par des bancs ou concrétions calcre de même couleur, qui sont plus rares à la base	3	16.50m		Grands Cephalopodes : Nautilus neocomiensis et ammonites olcanes, Am. Seopaldi. — Panopaea, Astarte gigantea. — Tox. consobrinus. (Sur Chaumont et Vuillond)
	Marne compacte grise, assez homogène remplie de fossiles 0.50	2			Terebrat. sella, acuta, Rhynchon. multif. Cidaris, Pentacrinus, Bonnetus, Astarte transversa à Beaumont, Fimbria corrugata
	Marne noire sableuse 7.00	1			
	Calcre oolitique gris	5	1.00m		
	Calcre jaune en dalles	4	1.50m		Terebrat. acuta et sella.
	Marne rousse stratifiée	3	0.70m		
	Calcre jaune, spathique et lumachellique, en dalles	2	7m		Cidaris octangularis, Conoid et Mitres ; Spongiaires.
	Marne jaune-rousse homogène	1	2.70m		Terebrat. acuta et sella, Crepula, Solotaria neoc. Ost. rectang. etc. Holectypus neocomensis Spongiaires très-nombreux (Urgoriens).
VALANGIEN II ou SUPR. Roche d'Auberson 25m	Calcre roux spathique, en dalles, avec rognons et lentilles siliceux	7	12m		Ostrées et grands Spongiaires informes.
	Couche marno-calcaire	6	1.50m		Rhynchonella valanginensis, Terebratula valdensis, T. Moreauxi, Vallon. lacunosa, Spongiaires cupuliformes.
	Calcre roux en dalles à délits marneux.	5	5.80m		Fimbria corrugata, Ostracés et Spongiaires.
	Marne jaune schisteuse	4	1.50m		Rhynchon. valang. Terebrat. valdensis, T. collinaria, T. Germani, Astart. Terebratulae, Argonauta, Trinodosaurus, Ammonites.
	Calcre à grains roux	3	0.50m		
	Calcre roux en dalles	2	3m		
	Marne jaune grenue, banc calcre gris marne grise homogène à la base	1	2.50m		Rhynch. valanginensis, Terebr. valdensis, T. Germani, Nerinea, Trochites.
VALANGIEN I ou INFÉRIEUR Marbre bâtard. Calcre à Nérinées et à Natica Leviathan 85 à 90m	Calcre blanc compact, oolitique et plus ou moins jaunâtre vers la base. Bancs réguliers de 0m20 à 1m de puissance	12	25m		
	Marne bleue et jaune.	11	1m		Turrilites vulvaria, Terebrat. valdensis.
	Calcre jaune ou blanc en bancs réguliers.	10	5m		
	Calcre compact gris, jaune à la base	9	2m		
	Marnes et calcre gris ou jaunes peu homogènes	8	3.20m	0.70 0.50 0.20	
	Calcre blanc, fracturé	7	1.50m		
	Marne et calcre marne et jaune	6	0.70m		
	Calcre blanc	5	2.50m		Caprotina.
	Calcre blanc compact et homogène, disposé en gros bancs très-réguliers.	4	18m		Nombreux petits Ostracés à la surface des bancs. Nerinées et Natices.
	Calcre blanc très-compact et bien stratifié	3	6m		
	Marne calcre grenue, gris	2	0.80m		Nerinea, Marcoui N., Natices, Natica valdensis, praelonga, Hidanoeti, N. Leviathan !
	Calcre blanc ou gris compact et homogène en bancs réguliers avec quelques intercalations marneuses	1	18m		
JURASSIQUE SUPÉRIEUR — Purbeckien?	Brèche et calcaire bitumineux avec cailloux noirs.		0.20m		
Portlandien	Calcaire blanc ou grenatière en couches irrégulières		10m		
	Calcre dolomitique schistoïde		5m		
	Calcre compact gris-bleuâtre		6m		
	Marne et calcre dolomitiques		0.60m		
	Calcre gris compact		1.50m		
	Alternances de calcre gris homogène et de marnes dolomitiques		9m		
	Calcre gris compact		1.50m		
	Calcre blanc et gris compact		5m		
	Calcre gris compact		1.50m		
Kimmeridgien Sequanien, etc?	Calcre blanc compact ou noirâtre		environ 300m		Pecten.

Géologie de la Chaîne du Reculet - Vuache. Pl V

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à la Station météorologique du Champ-de-l'Air,

INSTITUT AGRICOLE DE LAUSANNE

IIIe ANNÉE, 1889

XVIe année des observations météorologiques de Lausanne.

TABLEAUX

édigés par **Henri DUFOUR**, prof., chef du service météorologique.
Observateur, D. VALET.

Il y a eu peu de changements dans les instruments de la Station en 1889. Plusieurs appareils nouveaux ont été étudiés, entr'autres un hygromètre enrégistreur et un ancinomètre enrégistreur; mais les indications de ces instruments ne figurent pas dans les tableaux des observations de cette année. Aussi réservons-nous leur description pour l'année 1890, dans laquelle ils ont été employés. Les tableaux des pages 12 à 35 donnent les résultats complets des observations faites en 1889; voici les quelques données générales qu'on peut déduire de ces tableaux.

TEMPÉRATURE

La température moyenne de l'année 1889 est de 8°,16, c'est-à-dire de près de 1° inférieure à la moyenne de 1874-1886; nous ne pouvons affirmer cependant que la valeur de cette différence soit bien réelle, le changement de station et l'aération exceptionnelle du Champ-de-l'Air comparée à l'ancienne station de l'Asile des Aveugles est pour une part dans cette différence, mais en tout cas l'année 1889 est, comme les années 1887 et 1888, une année froide. Sur les douze mois de l'année, trois seulement, mai, juin et novembre, ont une température supérieure à la moyenne. Les chiffres suivants permettent de comparer l'année 1889 à la moyenne:

Mois.	Moyenne 1874-1886. Au niveau du Ch.-de-l'Air.	Année 1889.	Différences.
Janvier . . .	0,06	— 1,4	— 1,5
Février . . .	2,32	— 1,2	— 3,5
Mars	4,64	2,4	— 2,2
Avril	8,79	7,6	— 1,2
Mai	12,19	14,2	+ 2,0
Juin	15,99	17,4	+ 1,4
Juillet . . .	18,39	17,8	— 0,6
Août	17,91	16,9	— 1,0
Septembre . .	14,46	13,3	— 1,1
Octobre . . .	9,25	8,6	— 0,6
Novembre . .	4,47	4,5	0,0
Décembre . .	6,85	— 2,2	— 3,1

Comme le montrent ces chiffres, les mois de février et de décembre sont exceptionnellement froids.

Les extrêmes absolus de la température sont + 30° le 11 juillet et — 12° le 14 février ; le jour le plus chaud est le 12 juillet, avec une température moyenne de 24°,5 ; le jour le plus froid, le 23 février, avec une température moyenne de — 5°,6.

La répartition des jours froids (minimum au-dessous de zéro) et des jours très froids (maximum au-dessous de zéro) est la suivante :

	Jours froids.	*Jours très froids.*
Janvier . .	26	5
Février . .	24	4
Mars . . .	13	2
Avril . . .	1	—
Novembre .	4	—
Décembre .	27	11
	95	22

A Lausanne, d'après la série des observations de l'Asile, de 1874-1886, le nombre des jours froids est de 50,5 et celui des jours très froids de 22,3.

On voit que 1889 est caractérisé surtout par un excès considérable de jours froids.

La première gelée a eu lieu le 22 novembre et la dernière le 3 avril.

Pression atmosphérique. — La pression atmosphérique s'est élevée à 713^{m},0, c'est-à-dire de 0^{m},1 supérieure à la moyenne 712,9. Six mois ont une pression égale ou supérieure à la normale et six sont au-dessous ; les mois de novembre et de dé-

cembre dépassent notablement la normale, de $6^m,6$ en novembre et de $4^m,7$ en décembre.

Pluie et neige. — La quantité totale de pluie est de 1152^m répartie sur 165 jours ; la distribution suivant les mois est la suivante :

Mois.	*Pluie.*	*Nombre de jours.*
Janvier . .	14,0	5
Février . .	63,0	15
Mars . . .	48,0	14
Avril . . .	48,5	18
Mai . . .	88,0	16
Juin . . .	283,0	19
Juillet . .	157,0	16
Août . . .	80,0	11
Septembre .	64,5	11
Octobre . .	234,0	25
Novembre .	33,5	9
Décembre .	38,5	6
	1152,0	165

Cette quantité d'eau est notablement supérieure à la normale, qui est de 1038^m ; le nombre de jours dépasse aussi la moyenne de 151. On remarque en particulier les grandes quantités de pluie des mois de juin et d'octobre ; nous reviendrons sur ces chutes exceptionnelles.

La première neige est tombée le 27 novembre et la dernière chute importante est du 28 février.

Pendant l'année 1889, des observations régulières de l'évaporation ont été faites avec l'évaporimètre de Wild, employé dans plusieurs stations suisses. Voici les résultats :

Mois.	*Eau évaporée en millimètres.*
Janvier	14,4
Février	15,1
Mars	34,2
Avril	50,0
Mai	45,6
Juin	51,5
Juillet	69,8
Août	59,6
Septembre	50,4

Mois.	*Eau évaporée en millimètres.*
Octobre	18,0
Novembre	15,3
Décembre	10,0
Total :	433,9

L'appareil d'évaporation est placé dans le grand abri de l'est, où l'air circule très librement ; mais l'appareil étant soustrait à l'action directe du soleil, l'évaporation n'est naturellement pas aussi active qu'elle le serait sur un bassin d'eau librement exposé au soleil.

Heures de soleil. — Les heures de soleil ont été enregistrées comme les années précédentes au moyen du *Sunshine recorder* de Campbell. On a noté les heures et quarts d'heure. En voici la répartition :

Mois.	*Heures de soleil.*
Janvier	78,0
Février	88,0
Mars	133,2
Avril	177,1
Mai	174,0
Juin	163,1
Juillet	279,2
Août	233,0
Septembre	186,0
Octobre	79,1
Novembre	75,2
Décembre	55,1
	1722,2

Ce nombre d'heures est encore inférieur à celui de l'année 1888, qui en avait eu 1734 ; l'année 1889 est encore une année sombre.

Température du sol. — La température du sol a été observée à $0^m,50$ et $0^m,25$ avec les instruments décrits précédemment. Les extrêmes de température ont eu lieu aux dates suivantes :

Minimum. La température du sol s'est maintenue à $+ 1^o$ dans toute la couche comprise de $0^m,25$ à $0^m,50$ du 4 février au 1er mars ; l'inversion de température, c'est-à-dire le décroissement de la température, à mesure que la profondeur augmente,

a commencé depuis le 8 mars ; c'est donc depuis cette date que commence le régime du printemps pour le sol. La température était alors de 1°,5 à 0,m25 et de 1°,4 à 0m,50.

Le *maximum* est arrivé le 6 août à 0m,25 avec une température de 21°,8, et le 9 août à 0m,50 avec une température de 21°,0. Le 20 août, la température était, de 0m,25 à 0m,50, de 19°,7. A partir du 17 septembre, la surface a une température inférieure à la profondeur, 14°,6 à 0m,25 et 17°,2 à 0m,50 ; c'est le commencement du régime d'automne pour le sol.

Ainsi l'inversion du printemps a commencé le 8 mars, c'est-à-dire à la même date qu'en 1888, mais la température moyenne du sol était de 1°,5 en 1889 et de 2°,2 en 1888.

L'inversion d'automne s'est produite en 1889 le 17 septembre déjà ; elle avait eu lieu le 30 septembre 1888 ; la température moyenne était de 16°,5 en 1888 et de 15°,9 en 1889.

Phénomènes périodiques. Ces phénomènes ont fait l'objet de nombreuses observations consignées dans les tableaux mensuels, nous relèverons seulement les dates de l'arrivée des hirondelles dans quelques localités.

1888	1889
5 et 6 avril, Ouchy et Morges.	26 et 27 mars, Ouchy et Morges.
14 avril, Lausanne.	31 mars, à Gilly.
15 avril, Cossonay.	9 avril, Lausanne.
	11 avril, Morrens.
	19 avril, Brassus.

Les lilas ont fleuri le 10 mai à Lausanne.

La levée des bans de vendanges dans la commune de Morges a eu lieu le 10 octobre.

Orages. Grêle. — Les premiers éclairs ont été observés de la Station le 30 avril ; la dernière manifestation orageuse de l'été a eu lieu le 4 septembre sous forme d'une forte chute de grêle qui a atteint Morges et les environs. Les manifestations orageuses de la Station se répartissent comme suit :

Avril	1
Mai.	4
Juin	2
Juillet.	3
Août	3
Septembre	2
Total. . .	15

Parmi ces orages, un en particulier a eu une intensité remarquable, c'est celui qui s'est abattu sur Lausanne le *2 juin*. Voici quelques observations intéressantes à conserver sur cet orage exceptionnel.

A 4 h. de l'après-midi, le vent du N.-N.W., le *joran* soufflait avec force sur le lac, d'un côté, et la *vaudaire* S.-S.-E., de l'autre côté, le ciel était très chargé de nuages s'avançant dans deux directions opposées. De Lausanne, on voyait un orage au S.-E. et un au N.-W. ; c'est sur la ville même que les deux courants se sont rencontrés.

A 5 h. 15, orage sur la ville, vent du N.-E., grêle mélangée de pluie, puis presque sèche, de 5 h. 20 à 5 h. 32 ; température de la grêle — 0°,5. A Lausanne, les grêlons étaient au maximum comme des noisettes, forme lenticulaire ou irrégulière, au Mont sur Lausanne, le poids moyen de 11 grêlons a été de 2 gr. 7. — A 5 h. 55, le vent tourne au N.-W.-W., le tonnerre se fait entendre à l'ouest. La chute de pluie a duré de 5 h. 10 à 6 h. 15, l'eau recueillie au Champ-de-l'Air s'élève à $56^{m},5$.

La zone la plus fortement atteinte est la ville elle-même, c'est-à-dire une surface comprise entre la gare et le quartier de la Barre et entre la place Chauderon et le Champ-de-l'Air. On peut évaluer à 84,700 mètres cubes la quantité d'eau qui s'est abattue sur cette surface ; cela correspond à $23^{m^3}5$ par seconde.

La température a suivi la marche que voici :

3 h.	29°,1 ;
4 h.	26°,8 ;
4 h. 30	25°,2 ;
5 h. 15	13°,3.

Ainsi en 3/4 d'heure la température a baissé de 11°9.

L'humidité relative était de 50 % à 1 heure.

Cette chute exceptionnelle a causé des dégâts considérables dans la ville, surtout dans les quartiers du Tunnel, de la rue du Pré, où la voûte du Flon a crevé, de la place et de la rue Centrale. L'abondance de l'eau était telle dans les rues qu'on fut obligé de faire venir deux bateaux d'Ouchy et que quelques sauvetages se firent à la nage.

On peut avoir une idée approximative de la densité de la pluie par les estimations suivantes : En supposant chaque goutte de 1 centimètre de diamètre, elles ont un volume de $0^{cc},52$ et pèsent environ 0 gr. 52. La chute du 2 juin ayant fourni 56 litres 5 par mètre carré, il faut environ 108,600 gouttes de cette dimension par mètre carré ; la chute ayant duré 65 minutes au

maximum, cela correspond à 1670 gouttes environ par minute, soit 28 gouttes par seconde; il est évident que ce chiffre ne représente qu'une valeur moyenne, au début et à la fin, la densité de la pluie n'a pas atteint cette valeur, donc elle a été plus forte par moments.

Cette énorme condensation si brusque ne peut s'expliquer que par l'intervention dans le phénomène de masses d'air considérables; en effet, d'après les indications de l'hygromètre, l'humidité relative était à 1 h. de 50 %. En supposant le même chiffre à 4 h., et en supposant que l'humidité relative soit 90 % après la chute de pluie, la température étant de 13°, le mètre cube d'air contiendrait encore 10 gr. 8 d'eau, tandis qu'avant la chute il en contenait 14 gr. 2; c'est donc une condensation de 3 gr. 4 par mètre cube; il faut donc que 13,5 kilomètres cubes d'air aient pris part au phénomène qui a déversé cette chute de pluie sur un kilomètre carré.

La chute de pluie du 2 juin est exceptionnelle par son intensité; on cite en effet comme pluies remarquablement abondantes :

Juin	1848,	82^{m},5	en 24 h., à Genève.
Décembre	1842,	176^{m},5	id.
Mai	1827,	162^{m},0	id.

Sur le versant méridional des Alpes, ces abondantes chutes sont plus fréquentes. Ainsi, en 1889, nous notons :

96^{m}	en 24 h.	à Locarno,	le 25 avril.
145^{m}	id.	à Airolo,	le 3 septembre 1884.
153^{m}	id.	id.	le 8 novembre 1885.

A la montagne, ces chutes diluviennes sont moins rares qu'à la plaine. Ainsi, le 23 mai 1889, on a recueilli 37^{m},5 de pluie en 40 minutes, au Sentier, ce qui donnerait 56^{m} en 1 heure, chiffre rapproché de celui observé à Lausanne le 2 juin.

Heureusement qu'une chute de pluie de cette intensité est un phénomène exceptionnel à Lausanne.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de JANVIER 1889. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes
1	—0,2	1,1	—1,7	—0,3	2,0	—0,4	712,5	712,2	712,8	722,5
2	—2,4	—2,5	—3,3	—2,7	—2,0	—2,4	12,9	14,3	16,9	14,7
3	—6,0	—1,5	—4,5	—4,0	1,5	—6,0	19,0	20,5	22,5	20,7
4	—7,2	—0,1	—4,4	—3,9	0,5	—7,2	22,1	19,0	18,0	19,7
5	—4,2	—3,1	—4,4	—3,9	—2,0	—6,5	19,0	18,6	19,4	19,0
6	—4,0	—0,1	—4,8	—3,0	1,0	—5,5	17,1	16,3	15,8	16,4
7	—2,7	0,7	0,3	—0,6	2,0	—5,0	15,3	16,1	16,5	16,0
8	1,0	5,5	—0,2	2,1	6,5	0,3	15,9	14,9	14,8	15,2
9	—0,7	0,1	—0,5	—0,4	2,0	—2,0	12,0	11,1	09,7	10,9
10	—1,3	1,7	1,0	1,3	3,0	0,5	03,8	04,0	05,3	04,4
11	—0,1	2,1	—0,1	0,6	3,5	0,0	04,5	04,0	03,0	03,8
12	—0,5	0,5	0,7	0,2	2,5	0,5	698,2	698,5	699,0	698,5
13	—0,9	1,5	—1,0	—0,1	3,5	—2,0	702,0	704,3	707,7	704,7
14	—3,3	—2,7	—3,0	—3,0	—2,0	—3,3	09,4	10,6	12,0	10,7
15	—3,3	—2,7	—3,0	—3,0	—2,0	—3,3	12,3	12,9	12,7	12,6
16	—3,7	0,7	—4,1	—2,4	2,0	—3,5	11,8	11,3	13,1	12,1
17	—5,9	—0,3	—4,9	—3,7	1,5	—6,3	14,9	16,8	20,1	17,3
18	—4,9	—1,4	—4,5	—3,6	1,5	—5,5	21,1	22,1	22,1	21,8
19	—2,9	—1,7	—1,5	—2,0	0,0	—4,0	21,4	20,1	18,6	20,0
20	—0,7	1,3	1,1	0,6	2,5	—1,6	16,6	15,0	14,2	15,3
21	—0,2	—0,5	—2,6	—1,1	1,5	—1,0	13,0	12,3	11,0	12,1
22	—4,5	—2,7	—3,7	—3,6	—2,0	—4,7	10,5	11,9	14,1	12,2
23	—5,9	—1,9	—5,6	—4,5	0,0	—5,9	14,1	14,8	14,7	14,5
24	—5,5	—0,3	—3,3	—3,0	1,5	—6,5	15,3	15,9	17,5	16,2
25	—6,1	2,0	—2,7	—2,3	3,5	—6,1	19,2	19,5	19,5	19,4
26	—4,5	3,2	—2,2	—1,2	4,5	—4,5	20,4	20,6	21,8	20,6
27	—1,3	3,9	0,9	1,2	5,0	—3,5	23,0	23,5	25,8	24,1
28	—4,5	0,0	—2,5	—2,3	0,0	—4,5	26,2	26,4	25,7	26,1
29	—3,3	3,1	0,5	0,1	6,5	—4,5	22,5	19,8	17,4	19,9
30	1,2	4,3	3,6	3,0	4,5	—0,7	16,6	16,2	15,6	16,1
31	1,7	5,4	2,5	3,2	7,5	1,7	16,6	17,5	17,3	17,1
Moyn.	—2,72	+0,47	—1,90	—1,36			714,8	714,9	715,3	715,0

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	30	3	3	11	3	5	5	2	6
Vitesse . .	14,1	5,6	5,3	2,8	4,2	6,8	4,1	0,4	

Extrêmes de température : Max. 7,5 le 31 ; min. —7,2 le 4.

Extrêmes de pression : Max. 726,4 le 24 ; min. 698,2 le 12.

Jours les plus froids les 3, 4 et 5 et le 23.

Jours très froids 5.

Jours froids 20.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°.38′. G. β. 46°.31′. H. 555,8. *h*. 1m.10. H′.549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyennes	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	Observations caractère du temps	Date
97	85	—	—	—	0,8	10	1
88	86	—	—	—	0,2	7	2
74	63	—	—	7,2	1,1	2	3
85	50	—	—	7	0,6	0	4
77	77	—	—	—	0,1	8	5
89	73	—	—	3,1	0,0	5	6
96	85	—	0,5	—	0,1	10	7
95	76	—	—	4,1	0,0	6	8
99	98	—	3,5	—	0,1	10	9
98	96	—	6,0	—	0,0	10	10
94	75	—	—	—	0,0	10	11
90	95	—	2,5	1,1	0,2	10	12
91	83	—	—	—	0,9	10	13
88	82	—	—	—	0,3	10	14
78	74	—	—	—	0,7	10	15
77	62	—	—	5	0,0	10	16
88	75	—	—	3,2	0,2	2	17
86	75	—	—	1	0,1	8	18
91	90	—	—	—	0,8	10	19
96	80	—	—	—	1,0	10	20
81	76	—	—	4,3	1,0	5	21
79	69	—	—	1,3	1,8	3	22
70	53	—	—	8	1,0	0	23
65	40	—	—	8,2	1,0	0	24
65	54	—	—	8,3	0,2	0	25
83	64	—	—	8,1	0,2	0	26
85	67	—	—	?	0,7	5	27
87	80	—	—	1,2	0,2	3	28
78	70	—	—	3,3	0,9	5	29
85	77	—	—	—	0,1	10	30
90	73	—	1,5	—	0,1	9	31
			14,0	78	14,4		Moyen.

	Dates :	4.	8.	11.	15.	18.	22.	25.	29.
Température du sol	1m	4	3,4	3	2,8	2,4	2,4	2,3	—
	0m5	2,8	2,2	1,8	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
	0m25	1,8	1,6	1,4	1,5	1,4	2,8	2,1	1,9

Observations : Brouillard le 9 ; gelée blanche les 26, 28 et 29.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de FÉVRIER 1889. Observateur D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes
1	3,7	6,5	5,5	5,2	7,5	1,6	716,1	715,2	713,4	714,9
2	6,7	7,6	1,8	5,4	9,0	5,5	10,0	10,0	11,1	10,3
3	0,3	—0,1	—0,7	—0,2	2,0	—0,8	04,0	696,0	697,0	699,0
4	—5,3	0,5	—3,5	—2,8	4,5	—6,5	698,0	99,9	703,7	700,5
5	—4,3	—1,1	—5,3	—3,6	0,0	—4,5	708,5	711,7	15,6	11,9
6	—7,7	—2,1	—2,1	—4,0	—1,0	—8,6	16,9	15,7	14,2	15,6
7	—1,4	0,1	0,2	—0,4	2,0	—3,6	08,1	04,6	04,5	05,7
8	—1,0	3,3	—1,2	0,4	6,5	—1,0	08,9	09,3	07,1	08,4
9	—2,2	—2,3	—2,6	—2,4	2,0	—2,2	01,3	01,9	03,7	02,3
10	—8,3	—1,5	—4,5	—4,8	3,0	—8,4	08,2	09,9	06,1	08,1
11	2,3	4,0	1,0	2,6	5,0	—4,5	02,2	02,4	02,9	02,8
12	—4,7	—1,9	—7,5	—4,7	—0,5	—4,7	05,7	07,0	10,6	07,8
13	—11,5	—7,3	—10,0	—9,5	—6,0	—11,6	11,2	13,3	16,7	13,7
14	—8,7	—4,1	—1,1	—4,6	2,0	—12,0	15,7	12,4	07,1	11,7
15	1,5	2,3	—1,7	0,7	6,0	—5,0	03,1	06,5	08,8	06,1
16	—1,3	4,7	—2,5	0,3	7,5	—3,3	16,6	20,0	20,2	18,9
17	—0,3	7,1	2,6	3,1	8,5	—2,5	19,3	20,4	23,0	20,9
18	1,5	9,9	1,9	4,4	12,0	1,5	23,3	24,5	25,3	24,3
19	0,4	8,9	2,9	3,7	12,0	—0,5	24,8	23,8	21,6	23,5
20	0,9	2,8	1,5	1,7	3,5	0,9	18,7	14,7	08,8	14,1
21	—0,9	2,2	?	0,4	5,5	—0,9	05,7	06,8	09,1	07,2
22	—6,0	—1,6	—5,5	—4,3	3,0	—6,1	09,0	09,6	08,7	09,1
23	—5,9	—3,9	—6,9	—5,6	—1,5	—8,1	06,6	06,7	08,0	07,1
24	—8,3	—0,8	—4,2	—4,4	1,5	—9,0	09,0	09,7	09,9	09,5
25	—5,3	0,3	—4,2	—3,7	2,5	—5,3	09,4	08,7	08,0	08,7
26	—4,5	2,0	—4,3	—2,3	4,5	—4,8	05,9	04,7	02,7	04,4
27	—3,6	—1,2	—2,2	—2,3	1,0	—5,2	699,0	698,6	698,9	698,8
28	—2,8	1,9	—2,3	—1,0	3,5	—3,4	99,7	701,6	704,5	701,9
Moyen.	—2,74	+1,3	—2,03	—1,16			709,4	709,5	709,7	709,5

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence.	16	0	2	9	4	12	7	6	8
Vitesse . .	11,3	0	3,4	3,6	4,1	13,9	8,0	5,4	

Extrêmes de température : Max. 12 les 18 et 19 ; min. —12 le 14.

Extrêmes de pression : Max. 725,3 le 18 ; min. 696,0 le 3.

Jours très froids 4.

Jours froids 24.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°.38′. G. β. 46°.31′. H. 555,8. *h*. 1m.10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyennes	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
93	85		1,0	—	0,1	10	1
95	68		1,0	—	0,9	10	2
66	95		2,5	0,1	0,8	10	3
88	57		—	5,3	0,1	2	4
76	63		—	8,2	1,8	0	5
90	67		—	—	0,1	7	6
90	96		8,5	—	—	10	7
80	55		2,5	5,2	0,2	7	8
70	90		3,5	0,1	—	9	9
67	53		2,0	4,1	0,7	6	10
82	64		1,5	—	0,4	9	11
68	54		—	4,1	—	6	12
71	60		—	9,1	1,0	0	13
70	80		23,5	—	—	10	14
97	67		2,0	—	0,1	10	15
79	56		—	8,1	0,9	3	16
75	57		—	0,1	0,4	8	17
78	58		4,0	8,0	1,0	5	18
94	62		5,0	6,3	0,8	5	19
95	94		1,0	—	0,1	10	20
93	66		—	4,2	1,1	5	21
76	46		—	4,2	0,9	3	22
71	64		—	7,0	1,0	3	23
70	53		—	4,0	0,8	4	24
70	52		—	0,2	0,3	9	25
71	57		4,5	6,1	0,9	3	26
70	78		0,5	—	0,7	10	27
95	68		—	—	—	10	28
			63,0	88,0	15,1		

	Dates	1.	4.	8.	12.	15.	19.	22.	26.
Température du sol	1m	—	—	—	—	—	—	—	—
	0m5	1,2	1,0	1,0	1,0	0,9	1,1	1,0	1,0
	0m25	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,1	1,0	1,1

Les heures de soleil sont indiquées en heures et quart d'heures.

Le 3 : baromètre 692 à 4 h. pm. bourrasque de neige.

Neige les 6, 7, 11, 14, 21, 27 et 28.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de MARS 1889. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	—3,0	0,7	—1,4	—1,2			705,0	705,1	707,0	705,7
2	—3,7	3,2	—2,3	—0,9			707,1	707,5	708,7	07,8
3	—4,0	2,4	—3,6	—1,7			08,3	07,8	08,6	08,2
4	—5,7	4,1	—0,3	—0,6			10,0	11,1	11,6	10,9
5	—4,9	4,5	—0,8	—0,4			12,5	13,2	15,1	13,6
6	—4,7	3,5	—1,4	—0,9			15,9	16,6	16,2	16,2
7	—3,5	4,5	1,5	0,8			14,2	12,7	11,6	12,8
8	2,0	7,1	3,6	4,2			09,3	07,6	06,2	07,7
9	4,2	8,9	2,7	5,3			08,1	09,0	09,2	08,8
10	2,5	9,9	5,5	6,0			08,6	07,8	05,3	07,2
11	4,1	11,7	6,1	7,3			02,2	02,3	04,3	02,9
12	2,5	1,8	?	?			09,3	12,7	14,8	12,3
13	—0,1	4,3	1,0	1,7			15,3	16,1	16,6	16,0
14	0,5	5,7	0,9	2,4			15,3	14,0	12,9	14,1
15	—2,2	—1,0	—6,9	—3,4			11,6	13,7	16,3	13,9
16	—10,3	—5,2	—7,3	—7,6			16,6	17,0	17,8	17,1
17	—5,9	1,5	—1,9	—2,1			19,0	19,1	18,6	18,9
18	—2,9	7,9	4,1	3,0			16,0	13,0	10,1	13,0
19	2,8	11,1	4,1	6,0			08,0	06,0	04,6	06,2
20	4,5	1,6	1,1	2,4			699,8	697,3	697,8	698,3
21	2,7	8,4	2,6	4,6			697,3	696,9	700,0	698,1
22	2,3	8,1	1,2	3,9			703,8	705,8	710,1	706,6
23	0,2	3,9	0,9	1,7			14,1	16,7	19,3	16,7
24	0,9	8,5	4,4	4,6			20,4	20,7	20,0	20,4
25	3,2	12,3	7,6	7,7			18,2	16,3	12,9	15,8
26	3,3	6,1	2,3	3,9			09,7	08,8	08,8	09,1
27	1,7	5,2	1,7	2,9			08,3	10,0	11,6	10,0
28	1,0	5,3	0,3	2,2			14,4	17,5	19,2	17,0
29	—1,1	8,0	3,5	3,5			19,9	19,8	18,7	19,5
30	2,3	8,9	7,8	6,3			18,0	16,8	16,1	17,0
31	5,7	13,2	7,5	8,8			12,5	10,8	08,8	10,7
Moyn.	—0,18	+5,69	+1,48	2,35			711,3	711,3	711,6	711,4

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence.	15	9	6	6	3	15	3	2	21
Vitesse . .	17,6	7,1	3,7	1,7	3,6	7,3	4,4	3,3	

Extrêmes de température : Max. le 31 : 15.5 ; min. le 16 : —11.
Extrêmes de pression : Max. le 29 : 719,9 ; min. le 21 : 696,9.
Jours très froids : 2 ; les 15 et 16.
Jours froids : 15.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°.38′. G. β. 46°.31′. H. 555,8. *h*. 1m.10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyennes	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
89	67		0,5	—	0,9	10	1
85	54		1,0	1,1	0,2	10	2
85	57		—	8,2	0,9	5	3
80	52		—	4,2	0,8	7	4
80	55		—	8,2	1,0	2	5
67	55		—	10,1	1,1	0	6
70	55		—	5,0	0,9	7	7
82	70		6,0	—	0,0	10	8
90	72		0,5	—	1,0	0	9
92	68		—	2,2	1,0	7	10
85	65		1,5	2,3	1,0	8	11
95	77		—	—	1,0	9	12
80	66		1,0	2,2	1,0	6	13
88	57		0,5	1,3	1,0	7	14
82	63		—	8,1	1,2	3	15
73	57		—	9,3	1,8	0	16
60	50		—	4,1	0,3	5	17
87	55		—	6,3	0,9	0	18
70	47		1,5	1,0	1,1	8	19
95	93		18,5	—	1,0	10	20
87	50		4,5	5,3	0,7	8	21
87	70		0,5	2,0	1,2	4	22
83	68		—	9,3	1,8	1	23
74	57		—	8,3	1,2	2	24
67	51		10,0	1,3	1,2	9	25
92	78		1,5	—	0,8	9	26
80	53		0,5	5,3	2,1	8	27
83	60		—	9,2	2,2	4	28
77	38		—	6,0	2,6	3	29
67	45		—	1,2	1,1	8	30
85	54		—	5,0	1,2	6	31
			48,0	133,1	34,2		Moyen.

Dates :		1.	5.	8.	12.	15.	19.	22.	26.	29.
Température du sol	1m	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0m5	1,0	1,2	1,4	3,4	3,4	2,2	3,3	4,6	4,7
	0m25	1,0	1,2	1,5	5,0	3,4	2,1	4,3	6,1	4,7

Observations. 18 mars: perce-neige à Ballaigues (Maillefer). 18 mars: taconnets en fleurs sur talus gare de Lausanne (A. Mermier). 9 mars: taconnets à la Conversion, perce-neige ont fleuri du 10 au 11; violettes le 14 (M. Foscalle).
27 mars; premières hirondelles à Ouchy.
26 mars: » » à Morges.
31 mars: hirondelles à Gilly (Burnand).
1er avril: hirondelles à Ballaigues (Maillefer).

Station centrale d'essais viticoles.

Mois d'AVRIL 1889. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes
1	6,6	9,6	4,8	7,0	11,5	6,0	708,8	708,8	709,6	709,1
2	2,9	0,2	0,1	1,1	4,5	2,5	09,8	09,5	09,4	09,6
3	—1,0	4,2	0,4	1,2	6,5	—1,0	07,1	08,0	09,0	08,0
4	0,7	7,4	5,6	4,6	9,0	0,3	06,5	03,7	02,0	04,1
5	3,4	5,4	3,7	4,2	8,0	3,0	00,9	00,5	00,4	00,6
6	2,3	9,6	6,1	6,0	11,5	2,3	699,6	699,5	01,1	00,1
7	3,6	11,3	6,7	7,2	12,5	1,5	99,6	98,7	697,9	698,7
8	5,3	14,1	8,1	9,2	16,0	3,4	96,6	96,5	95,7	96,3
9	8,0	13,8	7,2	9,7	17,5	5,4	94,1	95,3	700,2	96,5
10	4,3	8,5	3,9	5,6	11,0	4,3	703,9	705,0	05,0	704,6
11	4,7	3,3	3,0	4,0	8,5	2,0	02,5	02,6	03,6	02,9
12	3,8	9,9	6,5	6,7	13,5	1,4	04,4	04,3	04,3	04,0
13	5,4	9,7	5,1	6,7	12,5	2,7	03,9	03,7	04,7	04,1
14	3,0	8,1	4,8	5,3	10,5	2,7	05,5	06,0	06,9	06,1
15	4,8	13,3	8,2	8,8	14,0	2,2	06,8	06,6	05,1	06,2
16	5,0	11,8	4,8	7,2	13,0	3,0	04,7	03,3	01,7	03,2
17	1,9	7,5	4,0	4,5	9,5	0,7	02,6	04,0	06,3	04,3
18	1,6	9,5	6,6	5,9	11,0	0,2	09,6	11,1	14,5	11,7
19	7,6	15,1	9,4	10,7	16,5	3,5	17,0	18,1	19,5	18,2
20	7,3	17,3	11,1	11,9	19,0	3,0	19,7	19,4	18,1	19,1
21	9,4	19,6	11,7	13,6	20,5	6,2	16,8	15,4	14,5	15,6
22	9,5	14,9	10,6	11,7	17,0	7,1	13,0	12,0	11,3	12,1
23	7,5	9,3	7,6	8,1	12,0	7,5	11,4	11,8	11,8	11,7
24	7,5	12,3	8,6	9,5	15,0	6,5	10,1	08,4	06,5	08,3
25	5,4	10,1	3,9	6,5	13,0	4,6	07,2	07,2	09,2	07,9
26	4,5	6,6	4,8	5,3	11,0	3,2	11,6	13,2	14,6	13,1
27	5,3	15,4	11,1	10,6	16,5	3,0	14,5	13,8	13,1	13,8
28	7,5	16,3	10,5	11,4	18,5	3,8	12,0	11,4	11,5	11,6
29	11,9	17,5	12,2	13,9	18,0	9,3	10,8	10,0	09,8	10,2
30	9,7	11,8	4,0	8,5	15,0	8,7	07,5	07,4	10,8	08,6
Moyen.	5,31	10,8	6,50	7,6			707,2	707,1	707,6	707,3

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	6	10	0	7	3	25	3	6	15
Vitesse . .	21,7	3,7	0	5,9	8	12,2	11,2	2,6	

Extrêmes de température : Max. 20,5 le 21 ; min. —1 le 3.

Extrêmes de pression : Max. 719,7 le 20 ; min. 694,1 le 9.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°.38′. G. β. 46°.31′. H. 555,8. *h*. 1m.10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyennes	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
83	62		4,0	—	0,9	hir. à Ballaigues Maillefer 7	1
74	98		2,5	—	0,0	10	2
95	74		3,0	2,2	0,8	9	3
97	71		4,0	—	0,4	7	4
94	90		7,5	—	0,6	9	5
96	65		0,5	9,2	0,3	hir. à Chanéaz (Bovay) 8	6
83	61		—	10,2	1,3	» St-Triphon 5	7
65	45		—	8,3	1,9	» Lausanne 6	8
80	56		10,5	9,0	1,1	» Champ-de-l'Air 5	9
92	68		1,5	3,3	1,7	[et à Pampigny 9	10
70	94		1,0	—	1,2	» Morrens (Thélin) 5	11
85	55		—	10,0	1,9	4	12
78	59		0,5	—	1,1	9	13
95	73		1,0	9,0	1,1	6	14
75	45		—	11,2	1,9	1	15
73	53		—	11,2	—	0	16
67	46		—	11,3	6,8	0	17
70	43		—	12,0	5,0	0	18
57	42		—	12,0	3,2	hirondles au Brassus 1	19
74	44		—	12,0	2,9	0	20
70	42		0,5	12,0	2,9	4	21
74	55		2,5	?	1,4	?	22
90	80		5,0	—	0,7	9	23
91	65		1,5	?	2,1	9	24
75	57		1,0	4,2	1,1	8	25
86	78		2,0	2,0	1,0	7	26
75	48		—	10,1	1,9	2	27
80	49		—	8,3	2,0	5	28
70	56		—	4,1	1,8	7	29
88	75		9,0	1,3	1,0	7 h. 10, éclairs et ton- 10 [nerre à l'Ouest	30
			48,5	177,1	50		Moyen.

	Dates	2.	5.	9.	12.	16.	19.	23.	26.	30.
Température du sol	1m	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0m5	6,2	5,8	7,7	7,8	9,0	8,6	10,1	10,4	11,0
	0m25	7,0	6,5	9,7	8,0	9,9	9,8	11,7	10,7	12,2

9 avril 3 h. 30. Coups de tonnerre au NW.

30 » Quelques grains de grésil à 7 h. 15 du soir.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de MAI 1889. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	8,3	15,9	12,1	12,1	18,0	5,5	710,6	709,2	709,8	709,9
2	8,7	11,4	9,0	9,7	14,0	8,7	12,1	13,3	14,3	13,2
3	9,6	15,6	11,6	12,3	19,0	6,4	12,9	12,3	12,3	12,5
4	12,0	19,2	15,4	15,5	22,0	6,5	12,3	12,2	12,7	12,4
5	13,1	20,7	13,1	16,6	23,5	9,0	12,0	10,6	09,7	10,7
6	11,6	12,2	10,9	11,6	15,0	11,3	09,1	09,8	10,6	09,8
7	11,7	16,9	12,8	13,8	20,5	10,0	10,2	10,7	10,7	10,5
8	12,2	17,1	12,9	14,1	20,0	10,0	10,6	11,0	10,7	10,6
9	12,5	17,7	13,6	14,6	19,5	8,4	10,0	09,5	09,1	09,5
10	12,2	11,1	10,1	11,1	14,5	12,0	08,1	08,2	08,0	08,1
11	7,6	11,6	8,7	9,3	16,0	6,7	09,1	09,6	10,3	09,7
12	9,1	18,4	11,1	12,9	19,0	4,5	11,7	12,1	12,1	12,6
13	11,3	20,3	13,8	15,1	22,0	7,1	12,3	11,6	11,3	11,7
14	12,6	15,6	11,6	13,3	19,0	11,4	10,3	08,6	08,2	09,0
15	12,2	15,4	12,3	13,3	20,0	11,5	08,1	08,7	10,4	09,0
16	10,7	15,9	12,2	12,9	17,5	10,0	10,1	10,7	11,4	10,7
17	13,2	17,1	14,4	14,9	20,0	11,5	11,2	11,6	12,2	11,7
18	12,8	13,3	11,3	12,5	16,0	11,8	12,3	12,4	13,0	12,8
19	11,1	16,8	11,7	13,2	18,5	10,5	12,1	11,9	12,0	12,0
20	11,0	14,7	11,2	12,3	18,5	6,3	11,9	12,1	12,2	12,1
21	8,3	13,6	11,3	11,1	17,0	8,3	12,2	12,6	12,9	12,6
22	11,3	17,6	15,7	14,9	21,0	8,8	12,0	11,7	10,9	11,5
23	11,8	21,5	15,8	16,4	23,5	8,8	11,4	10,7	10,1	10,7
24	13,9	21,6	17,6	17,7	23,0	10,6	09,9	08,5	06,6	08,3
25	16,1	23,1	17,9	19,0	25,5	11,0	04,9	02,5	01,7	03,0
26	15,6	22,7	18,9	19,1	25,0	11,4	02,5	02,3	02,4	02,4
27	13,8	16,4	15,2	15,1	20,0	12,9	05,1	06,6	07,3	06,3
28	13,3	16,2	13,4	14,6	19,0	13,3	08,8	10,1	11,4	10,1
29	13,8	18,2	14,4	15,5	20,0	10,5	12,1	12,4	14,1	12,9
30	14,1	21,5	16,7	17,8	23,5	10,6	14,4	14,4	13,6	14,1
31	16,2	24,6	17,4	19,4	26,5	11,7	13,4	12,4	13,1	12,9
Moyn	11,9	17,1	13,3	14,2			710,4	710,3	710,5	710,4

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	2	9	4	8	10	19	6	4	21
Vitesse . .	3,6	2,8	3,1	1,9	6,3	6,6	7,0	5,0	

Extrêmes de température : Max. 25,5 le 25 ; min. 4,5 le 12.

Extrêmes de pression : Max. 714,4 le 30 ; min. 701,7 le 25.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555,8. *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyen.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
92	73		6,0	2,3	1,0	7	1
96	70		4,0	—	0,3	9	2
70	56		—	10,0	2,0	1	3
80	55		—	11,3	1,2	Tonn. au NW. à 5 h. s. 0	4
78	51		6,5	12,1	1,1	5	5
92	92		8,0	—	1,7	10	6
87	61		—	7,2	2,0	5	7
83	62		—	1,1	1,4	9	8
70	62		1,0	0,3	1,6	9	9
90	95		33,0	—	0,1	10	10
96	70		0,5	?	1,0	9	11
85	49		—	13,3	2,2	2	12
65	47		6,0	8,0	1,9	5	13
87	81		0,5	1,0	0,9	7	14
91	72		6,5	1,0	1,0	10	15
92	63		1,5	—	0,4	9	16
86	67		9,0	1,2	1,6	9	17
90	78		1,0	—	0,4	9	18
75	58		—	5,0	1,8	6	19
87	71		2,5	6,1	1,8	6	20
90	74		1,0	2,0	0,2	8	21
89	62		—	6,2	1,9	6	22
83	54		—	10,0	2,1	Tonn. au NW. dep. 2 h. 1	23
81	50		—	13,3	3,8	2	24
57	40		—	11,3	4,4	9 h. s. éclairs au SW. 4	25
60	48		—	14,0	3,6	3	26
85	73		—	1,3	1,0	9	27
94	75		1,0	—	1,0	10	28
80	55		—	4,2	2,2	6	29
70	43		—	14,0	?	1	30
74	53		—	13,0	?	Orage du SW. au NW. 4 [à 6 h. 45.	31
			88,0	174,0	45,6		Moyn

Dates :	3.	7.	10.	14.	17.	21.	25.	28.	31.
Température du sol 1m									
0m5	11,2	12,9	12,8	14,3	14,4	14,6	16,0	17,2	17,6
0m25	12,2	14,3	13,0	15,6	15,5	14,7	18,2	18,1	19,8

Floraison du lilas à Clos-Lilas le 10 mai ; à Apples le 17 mai.

Le 31 mai, orage marchant du SW. au NW. Eclairs au SW., W. et NW. Peu de pluie à Lausanne de 6 h. 45 à 8 h. 30 ; à cette dernière heure forte averse.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de JUIN 1889. Observateur : D. Valet.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	17,5	23,5	20,2	20,4	27,5	13,0	713, 7	713,3	712,0	713,0
2	17,7	27,1	15,8	20,0	29,0	14,0	711,1	709,9	709,5	10,2
3	12,6	13,0	12,0	12,5	15,0	12,6	10,7	13,2	15,9	13,3
4	13,8	17,7	14,6	15,4	20,0	12,0	17,0	17,0	16,7	16,9
5	15,4	19,9	17,9	17,1	23,5	13,8	15,5	15,5	14,7	15,2
6	18,1	24,1	20,1	20,8	24,1	14,2	15,0	14,9	14,1	14,7
7	19,1	24,0	19,0	20,7	26,0	15,2	15,3	15,0	14,6	15,0
8	19,5	23,2	14,4	19,0	26,5	15,5	13,1	12,7	12,1	12,9
9	16,3	24,9	16,1	19,1	26,0	12,5	10,3	07,8	08,4	08,8
10	16,4	17,3	14,3	16,1	21,5	13,0	06,2	07,8	10,8	08,6
11	14,8	22,1	16,4	17,8	23,5	12,5	10,3	09,8	09,3	09,9
12	15,4	22,1	14,5	20,0	23,0	13,0	09,6	09,7	11,2	10,2
13	14,4	17,7	14,8	15,6	20,0	10,0	10,9	10,5	11,3	10,9
14	11,5	10,5	9,8	10,6	12,5	11,9	11,4	13,0	14,2	12,9
15	10,7	12,1	12,3	11,7	15,0	10,7	14,2	14,3	14,0	14,2
16	14,4	19,5	16,9	16,9	21,5	12,4	12,8	11,6	11,3	11,9
17	14,6	21,0	16,7	17,4	22,0	12,6	11,7	11,7	11,9	11,8
18	15,5	22,7	18,1	18,8	24,5	15,0	12,6	13,0	13,4	13,0
19	17,5	24,8	17,0	19,8	28,5	13,7	13,6	13,6	14,3	13,8
20	17,5	23,3	13,7	18,1	26,0	14,8	12,5	11,1	11,7	11,8
21	14,9	22,4	18,0	18,4	26,0	13,7	11,9	12,0	12,5	12,1
22	17,7	20,0	16,8	18,2	25,0	13,0	12,5	14,4	12,1	13,0
23	15,7	20,2	15,2	17,0	21,5	14,5	12,3	12,0	12,6	12,3
24	15,0	21,6	17,0	17,9	23,3	14,2	13,4	13,7	13,5	13,5
25	15,5	21,2	17,9	18,2	25,0	12,5	13,1	13,2	13,3	13,2
26	18,5	24,3	18,5	20,4	26,0	16,1	14,0	13,8	12,9	13,6
27	15,5	20,1	14,9	16,8	21,0	14,5	12,4	13,2	11,6	12,4
28	14,7	16,4	15,5	15,5	19,5	13,3	12,2	13,5	15,3	13,7
29	16,5	16,5	16,5	16,5	22,0	15,4	16,7	16,7	17,2	16,9
30	16,6	20,4	?	—	23,0	14,5	17,7	18,5	19,2	18,5
Moyen.	15,8	20,5	16,0	17,4			712,8	712,9	713,0	713,0

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence.	8	5	8	14	5	8	8	4	27
Vitesse . .	12,5	3,9	4,7	4,9	4,6	5,9	7,1	5,5	

Extrêmes de température : Max. 29,0 le 2 ; min. 10,0 le 13.

Extrêmes de pression Max. 719,2 le 30 ; min. 706,2 le 10.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 63°8′. G. β. 46°31′. H. 555,8. *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyennes	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
75	55		—	12,1	3,1	3	1
78	49		62,5	10,3	1,1	4	2
80	86		15,0	—	0,0	10	3
96	82		—	7,0	4,0	4	4
80	65		—	9,2	2,3	7	5
71	62		—	12,1	2,9	3	6
78	60		—	6,3	2,1	6	7
70	57		0,5	6,0	1,9	5	8
89	48		2,5	10,2	2,0	3	9
81	66		19,0	5,0	1,4	9	10
79	62		1,0	6,0	1,8	7	11
87	65		—	4,0	1,2	12 h. 50 tonnerre au S. 9	12
80	77		25,0	—	0,9	[orageux 9	13
97	94		91,0	—	0,7	7 h. mat. à 7 h. soir 62mm 5 10	14
96	95		9,0	—	0,1	7 h. soir le 14 à 7 h. 10	15
89	68		—	6,1	2,0	[mat. le 15 : 28,5 5	16
85	58		—	8,2	2,3	4	17
87	60		—	6,2	2,6	4	18
85	51		8,0	8,0	2,0	6 h. 40 soir, tonn. à l'W 5	19
82	67		13,0	3,0	2,0	10	20
90	59		0,5	—	1,4	6	21
80	66		10,0	6,3	1,8	9	22
92	71		2,5	3,0	1,1	?	23
90	52		—	10,0	2,1	6	24
71	64		—	3,3	1,8	9	25
80	63		13,0	5,1	1,8	6	26
85	74		1,0	2,2	1,0	8	27
95	81		3,5	—	0,2	9	28
90	85		3,5	3,0	1,8	8	29
80	58		2,5	5,3	2,1	6	30
			283,0	163,1	51,5		Moyen.

	Dates :	4.	7.	11.	14.	18.	21.	25.	28.
Température du sol	1m								
	0m5	17,2	18,6	19,0	16,4	17,3	19,0	20,2	20,0
	0m25	18,0	21,4	19,4	14,5	17,8	20,5	20,9	20,0

Le 2 juin, à 5 h., orage au SE. sur Dent d'Oche ; à 5 h. 10, orage au NW., tonnerre, pluie, éclairs lointains. A 5 h. 15 l'orage s'est ramené sur la ville par un coup de vent du NE., grêle mélangée de pluie, puis presque sèche de 5 h. 20 à 5 h. 32. Température de la grêle —0,5. Grêlons comme des noisettes. A 5 h. 55 coup de vent NWW. ; tonnerre à l'Ouest. Pluie recueillie à 7 h. soir 56 m. 5.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de JUILLET 1889. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes
1	16,3	22,9	15,1	18,1	24,5	13,0	719,6	718,0	718,2	718,6
2	15,0	21,6	16,4	17,7	22,5	12,4	16,8	15,7	14,3	15,6
3	14,1	19,8	17,2	17,0	22,0	13,5	14,3	14,6	14,2	14,4
4	15,5	24,0	19,9	19,8	24,5	11,6	14,5	14,6	13,7	14,3
5	18,3	24,5	18,8	20,5	26,0	15,5	13,8	13,5	14,0	13,8
6	17,7	22,7	15,2	18,5	24,5	14,5	14,0	14,0	13,2	13,7
7	16,1	23,2	17,3	18,9	24,0	12,5	13,2	13,2	13,0	13,1
8	17,3	22,5	17,6	19,1	25,0	14,7	14,0	13,9	14,2	14,0
9	18,7	26,2	18,9	21,3	27,0	14,5	14,5	14,2	13,6	14,4
10	19,1	27,3	23,6	23,4	28,5	16,3	14,3	14,3	14,3	14,3
11	20,5	28,1	21,5	23,4	30,0	17,0	15,6	15,8	15,5	15,6
12	21,3	27,9	24,2	24,5	29,5	17,6	15,1	15,0	14,6	14,9
13	19,3	28,1	18,2	21,9	29,0	19,3	14,7	11,8	12,0	12,8
14	16,3	18,1	14,3	16,2	21,0	16,3	12,9	12,4	14,7	13,3
15	14,3	21,6	17,6	17,8	23,5	12,7	15,2	15,5	15,2	15,3
16	15,1	21,5	16,2	17,6	23,5	11,7	15,5	14,7	13,8	14,7
17	16,6	21,4	14,5	17,5	23,0	13,0	12,3	10,6	11,0	11,3
18	13,9	20,5	15,4	16,6	22,5	11,5	12,3	12,3	11,8	12,1
19	14,3	15,4	12,2	14,5	20,5	11,0	11,5	11,5	11,5	11,5
20	14,5	20,9	15,1	16,8	23,0	13,0	12,8	13,4	13,8	13,3
21	15,3	19,9	16,2	17,1	24,0	12,0	14,1	13,1	13,8	13,7
22	16,9	22,3	16,8	18,7	22,5	15,5	13,8	13,1	12,0	13,0
23	14,3	15,7	13,5	14,5	19,5	14,2	11,3	12,1	13,5	12,3
24	14,0	17,9	12,1	14,7	20,0	10,5	13,8	14,8	16,2	14,9
25	12,9	19,5	18,1	16,8	22,5	9,2	15,4	12,9	11,2	13,1
26	17,6	21,4	11,1	16,7	22,0	16,4	09,2	07,7	07,5	08,1
27	10,3	11,7	9,0	10,3	13,5	10,3	07,8	09,5	11,7	09,7
28	9,9	14,7	11,0	11,9	17,5	9,0	14,1	14,5	16,5	15,0
29	11,2	19,6	15,0	15,3	21,5	8,4	16,5	16,6	16,3	16,5
30	12,7	21,7	17,4	17,3	23,5	9,3	16,8	16,5	16,3	16,6
31	15,0	23,3	18,0	18,8	26,0	11,5	16,7	16,7	16,4	16,6
Moyen.	15,6	21,5	16,4	17,8			714,1	713,8	713,5	713,9

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	5	7	3	8	3	26	4	4	14
Vitesse . . .	9,0	2,8	5,5	7,7	8,5	13,0	5,8	6,6	

Extrêmes de température : Max. 30 le 11 ; min. 9 le 28.

Extrêmes de pression : Max. 719,6 le 1 ; min. 707,5 le 26.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555,8. *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyennes	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS		Date
82	48		2,5	7,0	1,9		7	1
87	56		1,0	11,1	3,0		1	2
84	60		—	5,2	2,1		6	3
85	59		2,0	13,1	1,9		1	4
88	57		1,5	12,0	2,1	Orage au N. de 1 h. 10	4	5
74	45		—	12,2	2,1	[à 2 h. p. m.	1	6
77	50		—	12,2	3,0		1	7
80	55		—	12,3	2,3		0	8
77	55		1,5	12,1	2,8	Tonnerre au S. à 6 h.	1	9
83	55		—	12,3	3,0	[35 soir.	0	10
67	47		—	12,2	3,0		0	11
73	50		0,5	12,0	3,0		0	12
85	57		27,5	5,1	4,0	Orage violent à Lau-	6	13
84	65		10,0	5,2	2,0	[sanne *	5	14
85	52		—	8,1	2,0		6	15
74	48		—	8,3	3,0		6	16
75	54		18,5	5,0	2,0			17
71	52		—	12,1	3,2			18
76	79		12,0	4,1	1,0			19
76	49		—	12,2	2,1			20
75	56		2,5	5,0	1,8			21
70	62		16,0	7,1	2,0			22
92	85		5,0	0,3	1,1			23
75	48		—	8,3	2,2			24
75	56		—	13,2	3,9			25
70	59		12,5	4,1	2,0			26
97	83		38,0	0,0	0,2			27
96	71		6,0	5,0	1,0			28
85	60		—	10,0	2,0			29
75	61		—	13,2	2,0			30
80	58		—	13,2	2,1			31
			157,0	279,2	69,8			Moyen.

	Dates :	2.	5.	9.	16.	19.	23.	26.	30.
Température du sol	1m								
	0m 5	19,4	20,0	21,2	21,3	24,0	20,0	19,4	18,0
	0m25	19,6	21,7	22,7	21,2	22,0	20,0	19,4	17,6

* 13 juillet, orage très violent débute à 2 h. 50 ; orage vient du SW., marche du SW. au NW. ; vent violent du NW. avec grêle et pluie à 3 h., quelques grêlons très gros (comme des noix), les autres très petits, mais très serrés, très mélangés de pluie. Orage passe au N., vent du NE., à 3 h. 40 vent du SE. Le soir éclairs verticaux tout autour de l'horizon.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois d'AOUT 1889. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes
1	17,3	26,7	20,2	21,4	28,5	14,2	716,7	716,4	714,8	716,0
2	19,1	24,8	18,8	20,9	26,5	17,5	15,2	16,4	17,4	16,3
3	17,5	24,4	19,0	20,3	26,5	15,4	17,5	17,4	16,4	17,1
4	17,7	25,7	17,7	20,4	27,0	14,3	16,6	15,6	13,8	15,3
5	16,7	24,7	19,4	20,3	26,0	16,0	13,4	12,4	12,8	12,9
6	17,5	22,9	17,4	19,3	25,0	16,0	12,9	12,8	14,0	13,2
7	16,1	23,3	17,8	19,1	24,0	14,5	15,4	16,1	17,0	16,2
8	14,7	23,3	17,9	18,6	24,5	16,5	17,3	16,2	14,8	16,1
9	16,7	23,2	17,8	19,2	26,0	12,8	13,8	13,6	12,5	13,3
10	16,1	22,7	17,0	18,6	25,0	14,0	13,1	12,7	11,1	12,3
11	12,8	19,2	12,5	14,8	20,5	12,6	09,8	09,1	10,5	09,8
12	13,3	14,5	13,0	13,6	18,0	12,0	09,8	09,4	10,2	09,5
13	12,0	15,9	9,1	12,3	19,5	9,1	12,2	12,9	15,2	13,4
14	11,9	17,7	12,2	13,9	19,5	9,1	16,7	17,4	16,6	16,9
15	12,9	14,7	16,0	14,5	19,0	11,3	13,9	15,4	16,0	15,0
16	14,1	21,5	16,4	17,3	23,0	13,6	17,0	17,2	17,0	17,1
17	14,9	23,0	20,0	19,3	25,5	12,6	16,1	16,0	15,7	15,9
18	18,2	24,7	17,8	20,2	26,0	15,5	16,3	16,7	15,3	16,1
19	18,3	25,5	20,2	21,3	27,0	16,0	13,6	11,3	07,8	10,9
20	15,0	18,0	15,1	16,0	20,0	14,5	09,7	10,9	13,1	11,2
21	14,3	17,5	19,1	17,0	22,5	13,3	13,3	13,4	11,2	12,6
22	14,4	12,9	11,6	13,0	15,5	14,4	10,5	12,8	13,4	11,5
23	11,1	16,3	11,9	13,1	18,5	10,3	14,0	14,1	13,2	13,8
24	11,3	14.0	11,5	12,3	17,0	10,5	13,5	14,3	14,8	14,2
25	10,4	16,3	10,4	12,4	18,5	8,9	14,1	13,8	14,0	14,0
26	11,6	16,8	12,1	13,5	20,0	8,7	14,7	15,4	16,1	15,4
27	11,1	16,9	11,1	13,0	20,0	8,5	17,5	18,9	18,1	18,2
28	10,0	18,2	14,4	14,2	21,0	7,3	19,8	20,2	19,3	19,8
29	11,9	20,6	14,8	15,8	22,5	9,0	20,0	20,6	19,5	20,0
30	14,5	23,1	16,9	18,2	25,5	11,5	19,6	19,0	17,7	18,8
31	16,5	24,3	18,2	19,6	27,0	13,5	17,3	17,0	16,1	16,8
Moyen.	14,5	20,4	15,7	16,9			714,9	715,0	714,7	715,0

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	10	8	1	8	4	20	7	3	7
Vitesse . . .	3,4	2,4	6,9	4,0	3,2	9,0	8,7	3,3	

Extrêmes de température : Max. 27° les 4, 19 et 31 ; min. 7,3° le 28.

Extrêmes de pression : Max. 720,2 le 28 ; min. 707,8 le 19.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′ G. β. 4°631′. H. 555,8. *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.		Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS		Date
77	45		—	13,2	3,0		2	1
86	61		—	2,2	2,0	Tonnerre lointoin W.	5	2
79	57		—	13,0	2,3	NW. 10 h. 30.	0	3
85	57		7,0	12,2	2,7		0	4
92	65		—	8,0	2,1		7	5
75	57		—	8,3	2,8	Orage général depuis	6	6
69	50		—	11,2	3,0	3 h. m.	2	7
84	52		—	11,3	2,3	Pluie cesse à 8 h.	3	8
85	?		—	7,2	2,7		6	9
72	52		11,0	9,2	2,2		7	10
86	58		4,5	5,1	1,8		9	11
79	71		9,0	2,3	1,2		10	12
81	61		1,5	5,0	1,2		7	13
81	48		—	6,3	1,8		8	14
79	77		4,0	3,0	1,2		9	15
92	64		—	7,2	1,8		5	16
90	55		—	13,1	2,0		0	17
76	50		—	4,2	2,0		8	18
85	50		21,0	8,2	2,0		8	19
88	72		2,5	4,2	1,3		10	20
81	70		1,5	4,1	2,0	Tonn. lointain à 8 h.	9	21
86	85		17,5	—	0,1		10	22
80	57		—	0,2	1,9		10	23
73	66		1,0	1,2	1,1		6	24
86	55		—	9,0	2,1		6	25
76	57		—	5,2	1,9		6	26
72	44		—	10,1	2,2		2	27
80	57		—	10,0	2,0		0	28
86	57		—	10,0	1,8		0	29
91	54		—	10,0	1,9		0	30
90	55		—	12,2	1,2		0	31
			80,5	233,0	59,6			Moyen.

	Dates :	2.	6.	9.	13.	16.	20.	23.	27.	30.
Température du sol	1m	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0m5	19,8	20,8	21,0	19,6	18,8	19,7	18,4	17,5	18,0
	0m25	21,0	21,8	21,5	18,4	18,2	19,7	17,4	16,6	18,9

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de SEPTEMBRE 1889. Observateur : D. Valet.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes
1	17,2	25,7	17,2	20,0	27,0	15,0	716,3	716,6	716,3	716,4
2	16,6	27,1	20,8	18,2	28,0	14,3	16,6	16,4	15,7	16,2
3	16,9	23,9	17,8	19,5	26,0	16,6	16,5	16,5	15,8	16,3
4	14,1	20,0	14,4	16,2	21,5	14,1	15,4	16,0	16,2	15,9
5	13,7	19,8	16,6	16,7	20,5	13,0	16,1	16,1	16,0	16,1
6	14,5	21,2	15,8	17,2	22,5	13,0	15,7	15,1	13,8	14,9
7	13,6	19,3	14,3	15,7	20,5	11,5	13,5	13,6	14,0	13,7
8	14,0	20,4	14,8	16,4	23,0	12,0	15,3	15,6	16,1	15,7
9	14,3	23,2	15,2	17,6	23,5	11,7	17,0	17,0	17,6	17,2
10	12,8	21,2	15,0	16,3	22,5	10,5	18,0	18,3	18,2	18,2
11	13,6	20,6	16,0	16,7	22,0	10,4	18,9	19,1	18,3	18,8
12	12,7	22,3	18,3	17,8	24,0	11,5	18,4	18,0	17,1	17,8
13	14,5	23,3	17,4	18,4	25,0	13,1	17,2	17,4	17,0	17,2
14	14,1	23,0	16,7	17,9	24,5	12,6	17,0	16,1	15,4	15,2
15	11,8	14,5	8,5	11,6	15,5	11,8	14,0	14,5	15,0	14,5
16	4,4	10,8	5,8	7,0	12,5	4,0	15,1	15,5	16,2	15,6
17	2,4	11,9	6,8	7,0	13,0	1,5	16,7	15,4	15,0	15,7
18	4,1	13,8	7,4	8,4	15,5	1,9	15,0	14,9	14,2	14,7
19	4,7	14,1	11,4	10,1	16,0	2,5	14,3	14,1	12,8	13,7
20	11,1	7,3	7,3	8,6	13,0	9,5	09,2	09,7	09,1	09,3
21	7,3	10,9	8,2	8,8	12,5	7,3	07,2	08,7	10,0	08,6
22	8,5	12,1	11,1	10,6	13,0	7,0	09,8	07,8	08,9	08,8
23	10,3	13,9	10,6	11,6	16,5	9,4	10,0	10,6	10,9	10,5
24	9,5	14,7	9,5	11,2	17,0	7,9	09,1	07,6	07,2	08,0
25	11,4	14,0	4,9	10,1	16,5	8,7	07,2	07,6	14,4	09,7
26	4,4	12,7	6,1	7,7	14,5	3,6	16,8	18,5	20,3	18,5
27	6,0	14,8	8,4	9,7	17,0	3,6	20,6	19,8	17,3	19,2
28	8,2	17,5	12,7	12,8	19,5	5,9	14,1	11,4	09,5	11,7
29	7,7	10,1	6,4	8,1	11,5	7,7	05,5	05,9	06,2	05,9
30	6,3	12,0	6,3	8,2	15,0	6,2	05,8	05,8	04,8	05,5
Moyen.	10,7	17,2	12,0	13,3			714,1	713,7	714,2	714,0

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	14	9	5	9	6	9	6	1	20
Vitesse . . .	12,8	2,6	1,9	5,4	5,6	9,9	5,9	8,1	

Extrêmes de température : Max. 28° le 2 ; min. 1°5 le 17.

Extrêmes de pression : Max. 718,8 le 11 ; min. 705,5 le 30.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555,8. *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	Humidité relative 1 h.		Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS		Date
91	50		—	12,0	3,1		0	1
85	50		1,5	11,3	2,3	[qu'à 9 h. 30	2	2
92	58		20,0	7,2	1,7	Orage soir à 5 h. jus-	7	3
88	65		7,5	1,2	0,9	5 h. 45 matin : grêle	9	4
96	71		—	1,3	1,0	abond., tonnerre et	5	5
89	62		—	6,0	2,0	éclairs.	4	6
90	66		—	4,0	1,0		3	7
95	64		—	7,0	1,3		3	8
89	39		—	9,3	2,4		3	9
81	57		—	9,2	2,0		2	10
93	65		—	6,0	1,6		3	11
94	66		—	8,2	1,4		1	12
78	53		—	9,2	2,8		1	13
90	49		—	8,1	2,1		1	14
75	60		—	4,1	3,1		2	15
80	54		—	9,0	3,3		1	16
80	47		—	9,1	2,9			17
90	57		—	10,0	2,0			18
81	56		—	9,0	1,1			19
79	75		9,5	—	0,9			20
87	64		3,0	0,3	1,1			21
83	67		5,5	0,1	0,9			22
95	57		0,5	2,2	1,1			23
92	67		—	7,0	0,9			24
86	78		6,0	1,2	0,2			25
75	52		—	9,0	2,2			26
80	57		—	10,3	1,7			27
91	55		7,5	7,0	1,4		5	28
85	72		0,5	—	0,9		8	29
77	58		3,0	2,3	2,1		8	30
			64,5	186,0	50,4			Moyen.

Dates :		3.	6.	10.	13.	17.	20.	24.	27.
Température du sol	1m	—	—	—	—	—	—	—	—
	0m5	19,4	19,1	18,8	18,7	17,2	15,6	14,6	13,9
	0m25	21,0	18,7	18,4	19,2	14,6	14,6	13,5	11,6

La grêle du 4 septembre a fait beaucoup de mal dans le district de Morges, les grêlons étant petits mais chassés avec une extrême violence par un vent de NW.

L'orage du 3 s'est divisé ; une partie a suivi la côte de Savoie et une partie le Jura. Eclairs très nombreux.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois d'OCTOBRE 1889. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes
1	5,0	10,3	7,8	7,7	13,0	4,0	704,0	705,4	707,4	705,6
2	4,8	9,7	6,3	6,9	12,0	4,8	08,5	09,9	12,5	10,3
3	6,8	14,1	7,1	9,3	15,5	5,8	13,9	13,8	13,4	13,7
4	4,4	13,3	9,4	9,0	15,5	4,2	12,8	12,3	11,1	12,1
5	7,3	13,7	10,6	10,5	15,0	7,2	09,4	08,7	10,1	09,4
6	10,7	15,3	12,3	12,8	16,5	8,6	11,1	12,6	11,7	10,8
7	10,8	15,8	10,9	12,5	17,0	10,8	10,5	10,3	10,3	10,4
8	9,8	14,1	8,9	10,9	15,0	9,8	11,9	11,2	08,3	10,5
9	9,7	11,3	8,4	9,8	13,0	9,0	06,6	04,7	04,0	05,1
10	8,3	7,3	6,2	7,3	10,0	8,3	02,3	06,3	06,1	04,9
11	5,5	7,7	5,7	6,3	9,0	4,0	04,7	06,3	06,8	05,9
12	4,3	10,9	5,4	6,9	13,0	3,6	08,4	09,4	09,2	09,0
13	5,9	8,0	4,7	6,2	9,0	5,5	08,4	07,6	08,9	08,3
14	4,5	7,6	6,3	6,1	9,5	4,5	09,8	12,1	13,5	11,8
15	3,2	10,9	3,7	5,9	12,0	2,4	14,2	15,1	15,7	15,0
16	4,1	9,6	4,6	6,1	11,0	3,6	15,5	14,6	13,4	14,5
17	6,3	8,6	6,4	7,2	12,5	4,3	12,3	12,7	12,8	12,6
18	6,3	10,2	6,1	7,5	14,0	4,5	09,5	07,2	04,5	07,1
19	6,9	12,3	6,5	8,6	13,5	6,0	03,9	05,4	05,6	05,0
20	4,9	9,0	6,3	6,7	11,0	4,1	04,0	02,7	02,4	03,0
21	6,7	9,1	8,3	8,0	10,0	5,0	698,1	699,6	699,4	699,0
22	7,6	8,1	6,3	7,3	10,5	7,3	96,8	702,0	706,6	701,8
23	6,7	12,0	10,5	9,3	14,0	6,3	709,4	11,3	13,2	11,3
24	7,2	14,1	10,5	10,8	16,0	6,8	14,6	15,5	15,1	15,0
25	7,5	9,7	8,3	8,5	12,0	7,5	14,6	15,0	14,4	14,7
26	7,1	9,1	8,2	8,1	10,5	6,5	13,2	13,0	10,6	12,3
27	7,6	11,2	8,9	9,2	12,5	7,2	10,1	10,2	10,6	10,3
28	8,5	13,0	8,7	10,1	14,5	8,5	10,8	12,0	18,6	12,1
29	9,1	10,3	8,7	9,4	11,5	6,9	13,6	14,0	15,1	14,2
30	8,7	13,2	10,3	10,7	15,5	8,7	15,7	15,3	13,5	14,8
31	9,7	10,5	8,5	9,6	11,5	8,7	12,5	13,6	14,2	13,1
Moyen.	6,8	10,7	7,9	8,6			709,4	710,2	710,1	710,1

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	10	7	1	11	2	14	7	10	18
Vitesse . . .	3,2	2,6	8,1	3,5	3,6	9,2	4,0	2,3	

Extrêmes de température : Max. 15,5 les 3 et 4 ; min. 2,4 le 15.

Extrêmes de pression : Max. 715,7 les 15 et 30 ; min. 696,8 le 22.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555,8. *h.* 1m10. H′ 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyennes	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS		Date
88	67		4,0	7,0	0,8	Grêle à 8 h. 30 p. m.	—	1
94	72		4,0	2,1	1,0	pas d'éclairs	9	2
88	55		-	8,1	1,0	Rosée.	5	3
90	65		1,0	3,2	0,8	id. ab.	6	4
95	69		—	2,1	1,2	id.	8	5
87	60		—	2,0	0,3		8	6
91	65		1,5	2,1	1,8	Nébuleux, brouillard	10	7
75	53		13,5	—	0,0	élevé	10	8
96	87		55,0	—	0,2	Pluie abond. t. l. jour	10	9
94	87		18,0	1,1	0,7	Bans de vendanges	10	10
—	—		20,0	0,2	1,0	levés à Morges	9	11
96	65		—	8,1	0,1		5	12
96	87		20,0	—	0,2		10	13
99	89		2,0	—	0,9		10	14
87	64		—	10,1	0,8		1	15
95	76		5,0	5,0	0,0		3	16
97	93		2,0	0,3	0,3		8	17
95	76		4,0	4,2	1,0		8	18
100	65		1,0	5,3	0,7		4	19
91	82		8,0	1,0	0,0		9	20
97	96		20,0	—	0,2		10	21
98	95		18,0	—	1,1	16mm de pl. de 7 à 1 h.	10	22
91	66		—	2,3	1,7		6	23
70	49		7,0	7,2	0,2		6	24
95	88		4,0	—	0,2		10	25
94	90		1,5	—	0,8		10	26
95	90		8,0	—	0,6		10	27
90	84		1,0	0,3	0,1		9	28
97	97		9,5	—	0,3		10	29
97	82		3,0	3,2	0,1		8	30
96	95		3,0	—	0,1		9	31
			234,0	79,1	18,0			Moyen.

	Dates :	4.	8.	11.	15.	18.	22.	25.	29.
Température du sol	1m	—	—	—	—	—	—	—	—
	0m5	13,0	13,3	11,9	10,9	10,8	10,2	10,2	10,4
	0m25	11,3	12,7	9,7	8,9	9,8	9,2	9,6	10,1

Nombres de jours de pluie : 25.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de NOVEMBRE 1889. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes
1	6,8	12,3	5,3	8,1	14,0	6,0	713,7	712,4	712,3	712,8
2	5,4	8,8	6,2	6,8	10,0	3,5	13,1	14,0	16,3	14,5
3	2,4	10,1	5,1	5,9	11,5	1,8	16,4	15,3	14,4	15,4
4	7,1	13,3	7,2	9,2	14,0	4,0	14,5	14,3	13,1	14,0
5	5,7	8,4	6,3	6,8	9,5	5,2	11,7	10,5	11,2	11,1
6	7,1	11,6	8,5	9,1	12,5	6,2	13,6	15,7	17,9	15,7
7	7,1	9,9	7,6	8,2	11,0	7,0	19,8	21,8	23,7	21,8
8	5,8	10,6	5,1	7,2	12,0	5,8	23,6	22,7	22,3	22,9
9	5,5	7,6	6,6	6,6	10,5	3,3	21,3	20,4	19,3	20,3
10	6,9	13,5	8,2	9,5	14,0	5,5	18,6	18,0	17,8	18,1
11	7,0	12,1	7,2	8,8	13,0	5,7	18,0	17,8	18,0	17,9
12	6,3	7,6	5,1	6,3	8,5	6,0	18,8	19,4	20,8	19,7
13	4,9	7,2	4,5	5,5	8,5	4,4	22,4	22,7	23,6	22,9
14	5,7	6,1	4,5	5,4	8,0	2,2	23,8	24,4	24,2	24,1
15	3,5	5,5	3,8	4,3	7,0	3,5	24,9	25,2	25,6	25,2
16	3,1	7,5	3,9	4,8	8,5	3,0	26,8	27,3	27,4	27,1
17	2,3	5,6	1,7	3,2	6,0	2,3	27,4	26,8	26,3	26,8
18	0,3	3,3	1,4	1,7	7,0	0,3	26,4	26,7	27,0	26,7
19	1,7	4,4	1,0	2,4	6,0	0,4	27,3	27,7	27,7	27,6
20	1,9	4,3	2,4	2,9	5,5	0,0	28,4	28,4	27,9	28,2
21	0,7	1,5	0,8	1,0	2,0	0,6	26,9	26,4	26,5	26,6
22	—0,3	1,4	0,6	0,6	2,0	—0,3	26,8	26,7	26,0	26,5
23	0,7	2,9	0,9	1,5	3,5	0,2	25,1	24,0	23,4	24,2
24	0,9	1,4	2,0	1,4	4,5	0,3	21,9	20,7	19,5	20,7
25	3,2	8,0	6,5	5,9	8,5	0,2	13,0	10,9	10,1	11,3
26	4,1	7,3	4,0	5,1	8,5	3,7	10,1	08,5	07,0	08,5
27	4,3	3,8	—2,6	1,8	5,0	3,5	02,4	00,3	05,3	02,7
28	—2,9	—1,2	—1,9	—2,0	1,5	—3,4	06,6	08,3	11,1	08,7
29	—2,9	—0,2	—1,8	—1,6	3,5	—4,0	14,0	15,2	16,0	15,1
30	—1,3	—0,1	—2,1	—1,2	2,0	—3,5	11,6	10,9	12,5	15,0
Moyen.	3,4	6,5	3,6	4,5			719,0	718,8	719,1	719,1

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	13	2	3	19	6	6	4	7	17
Vitesse . . .	8,1	3,1	1,5	3,0	2,5	16,9	10,9	4,0	

Extrêmes de température : Max. 14 les 1, 4 et 10 ; min. — 4 le 29.

Extrêmes de pression : Max. 728,4 le 20 ; min. 700,3 le 27.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555,8. *h*. 1m10. H′ 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyennes	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS		Date
91	70		3,0	5,0	1,0		4	1
90	79		—	0,2	0,2		7	2
95	63		0,5	8,1	1,0	Gelée blanche.	4	3
88	64		0,5	4,1	0,9		6	4
83	87		—	—	0,2	Hirondelles encore au	9	5
95	81		6,0	2,2	1,0	Champ-de-l'Air.	6	6
85	74		—	7,1	1,8		3	7
83	66		—	7,3	1,0		4	8
95	86		—	1,0	0,2		2	9
88	61		—	8,1	1,1		1	10
83	63		—	8,0	1,7		3	11
80	73		—	—	0,9		7	12
87	80		—	2,3	0,2		8	13
95	85		—	—	0,1		10	14
95	85		—	—	0,1		10	15
97	76		—	2,0	0,6		9	16
90	80		—	0,1	0,2		9	17
93	75		—	1,0	0,9		9	18
88	76		—	2,3	0,1		4	19
97	75		—	—	0,0	Brumeux.	10	20
100	97		—	—	0,1	id. et brouillard.	10	21
100	100		—	—	0,1	Brouillard.	10	22
100	92		—	—	0,0	id. [puis 2 h.	10	23
100	95		—	2,2	0,7	id. éclaircie de-	7	24
73	70		11,0	5m	0,2	Gelée blanche.	7	25
89	64		0,5	4,3	0,9	Ciel variable.	5	26
85	95		7,0	—	0,0	Neige depuis 7 h. soir.	10	27
80	75		2,0	—	0,0	2 cm. de neige.	10	28
94	65		3,0	3,2	0,1	Neige le matin.	5	29
100	85		—	3,1	0,0	Neige nuit et jusqu'à midi.	7	30
			33,5	75,2	15,3			Moyen.

	Dates :	5.	8.	12.	15.	19.	22.	26.	29.
Température du sol.	1m	—	—	—	—	—	—	—	—
	0m5	10,0	9,8	9,2	9,0	8,2	7,4	6,8	6,0
	0m25	8,7	8,7	8,3	7,9	6,3	5,8	5,0	4,0

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de DÉCEMBRE 1889. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyennes
1	—4,2	—2,7	—6,4	—4,4	—1,5	—4,6	714,6	716,7	719,8	717,0
2	—7,3	—3,7	—6,7	—5,9	—2,5	—9,0	20,3	19,9	20,1	20,1
3	—8,8	—3,7	—8,6	—7,0	—1,0	—9,0	20,0	19,2	19,3	19,5
4	—7,5	—5,2	—6,2	—6,3	—3,5	—8,8	19,5	19,5	19,8	19,6
5	—5,1	—3,9	—4,2	—4,4	—2,5	—6,8	19,9	19,6	19,4	19,6
6	—4,5	—3,6	—4,7	—4,3	—3,0	—4,7	18,9	17,8	17,7	18,1
7	—5,2	—4,5	—5,1	—4,9	—4,0	—5,2	16,8	15,7	15,0	15,8
8	—6,3	—5,7	—6,7	—6,3	—4,0	—6,3	15,6	15,8	18,2	16,5
9	—7,1	—4,5	—5,4	—5,7	—2,5	—7,3	18,1	17,3	15,1	16,8
10	—3,2	1,5	1,7	0,0	5,0	—6,0	11,8	09,5	05,3	08,9
11	4,7	1,9	0,5	2,4	5,0	0,9	01,5	03,6	07,6	04,2
12	0,3	3,1	0,0	1,1	3,5	—0,2	10,2	11,5	14,1	11,9
13	—1,7	1,9	—0,9	—0,2	4,0	—2,0	15,6	15,6	14,3	15,2
14	—3,9	—0,4	—2,8	—2,4	2,0	—4,0	12,9	13,5	16,0	14,1
15	—5,3	—2,5	—3,1	—3,6	—1,0	—5,3	17,9	18,9	20,6	19,1
16	—5,9	0,2	—3,4	—3,0	1,5	—6,0	22,7	23,0	23,4	23,0
17	—5,2	—3,1	—6,3	—4,9	0,0	—5,5	24,8	25,4	26,2	25,5
18	—3,7	—3,3	—3,3	—3,5	—2,0	—7,0	25,6	24,5	23,7	24,9
19	—2,5	—1,4	—2,5	—2,1	0,0	—4,0	22,5	21,0	20,1	21,2
20	—2,1	—0,5	—1,8	—1,4	1,0	—2,8	16,9	15,1	15,1	15,7
21	—0,7	2,0	—0,7	+0,2	3,5	—3,6	15,0	16,7	17,1	16,3
22	—2,3	2,1	1,7	+0,5	3,0	—3,0	17,3	16,6	16,2	13,4
23	2,0	5,3	1,9	3,1	7,0	1,4	15,6	16,9	18,5	17,0
24	—0,5	4,0	1,3	1,6	5,5	—0,5	18,2	17,4	16,9	18,2
25	0,6	1,9	0,5	1,0	3,0	0,6	19,4	20,4	20,1	20,0
26	0,7	3,1	—1,1	0,9	3,9	0,5	19,8	20,0	19,2	19,7
27	—2,1	0,1	—3,6	—1,9	1,5	—3,1	16,4	15,8	15,1	15,8
28	—3,3	—1,2	—2,8	—2,8	0,0	—3,8	14,9	14,9	16,1	15,3
29	—2,5	0,1	—1,4	—1,3	1,5	—2,8	16,8	16,6	18,9	18,1
30	—2,7	—0,9	—1,5	—1,7	0,0	—3,1	17,7	17,5	18,5	18,9
31	—1,3	—0,5	—3,7	—1,8	0,5	—1,8	19,7	20,1	19,4	19,7
Moyen.	—3,1	—0,8	—2,5	—2,2			717,3	717,3	717,6	717,4

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	24	22	5	1	2	2	2	4	18
Vitesse . . .	6,6	5,1	2,5	0,0	1,2	9,9	4,2	1,0	

Extrêmes de température : Max. 7,0 le 23 ; min. —9,0 les 2 et 3.

Extrêmes de pression : Max. 726,2 le 17 ; min. 701,5 le 11.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555,8. *h*. 1m10. H′ 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	Moyennes	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	Observations caractère du temps		Date
80	71		—	7,3	—	Beau sec, bise.	1	1
75	67		—	7,3	—	Beau.	0	2
84	63		—	5,4	—		6	3
87	80		—	—	—	Nébuleux.	10	4
87	81		—	—	—	id.	10	5
85	77		—	—	—		10	6
82	77		—	—	—	Un peu de neige à 8 h.	10	7
75	65		—	—	—	a. m.	10	8
77	68		2,0	—	—	Neige pendant la nuit	10	9
99	80		—	—	3,0	9-10 h.	10	10
75	100		11,0	—	—		9	11
90	70		—	3,1	—		3	12
80	67		—	1,1	—		9	13
80	73		—	3,0	—		5	14
86	77		—	1,1	—		5	15
86	66		—	7,2	—	Gelée blanche.	0	16
85	75		—	5,1	—	id.	1	17
90	92		—	—	—	id.	10	18
100	100		—	—	—	Brouillard.	10	19
100	100		3,5	—	3,0	id.	10	20
100	90		5,0	—	—	Neige à 7 h. 30 a. m.	10	21
78	60		—	—	—	Gelée blanche.	8	22
97	88		—	2,0	—		7	23
100	82		15,0	3,0	1,0	id.	10	24
97	75		2,0	0,1	—		6	25
81	70		—	6,1	—		1	26
79	76		—	1,0	—	id.	9	27
85	80		—	—	—		10	28
95	84		—	—	—		10	29
92	84		—	—	—		10	30
90	87		—	0,2	3,0		9	31
			38,5	55,1	10,0			Moyen.

	Dates :	3.	6.	9.	13.	17.	20.	24.	27.	31.
Température du sol.	1m	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0m5	5,0	4,0	3,2	3,0	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8
	0m25	2,8	2,2	1,6	1,6	1,4	1,2	1,2	1,1	1,1

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

Bernard (Claude). — La Science expérimentale. 3e édition. In-12 avec figures . . . . . 3 fr. 50

Boyer (Léon). — Les champignons comestibles et vénéneux de la France. Avec 50 planches en couleurs par G. Gaulard. Gr. in-8. Cart. . 28 fr. —

Gerard (Eric). — Leçons sur l'électricité professées à l'Institut électrotechnique Montefiore. 2 vol. in-8° . . . . . 20 fr. —

Girod (le Dr Paul). — Les sociétés chez les animaux. In-12 avec 53 fig. 3 fr. 50

Laurent (H.). — Traité d'analyse. Tome VI : Calcul intégral. Equations différentielles partielles. In-8 . . . . . 8 fr. 50

Lubbock (sir John). — Les sens et l'instinct chez les animaux et principalement chez les insectes. In-8, avec 136 fig. Cart. . . . 6 fr. —

Mathieu (Emile). — Traité de physique mathématique. Théorie de l'électricité des corps solides. 2e partie : Mouvements vibratoires des corps solides. Equilibre d'élasticité des lames courbes et du prisme rectangle. In-4 . . . . . 9 fr. —

Pelletan (le Dr J.). — Les Diatomées. Histoire naturelle, préparation, classification et description des principales espèces. Introduction par J. Deby. Exposé de la classification par Paul Petit. Liste des Diatomées françaises, par H. Perragallo. Gr. in-8 avec 265 figures et 5 planches. Cart. . . . . 22 fr. —

Tables météorologiques internationales publiées conformément à une décision du congrès tenu à Rome en 1879. In-4 . . . . . 35 fr. —

Bouchard (A.). — Nouveaux éléments de pathologie externe. Publiés avec la collaboration de MM. Denucé, Piéchaud, Pousson, Boursier et Villar. Tome II, 2e fascicule (dernier). In-8, avec fig. . . . 6 fr. —
Prix de l'ouvrage complet en 4 fascicules, formant 2 volumes 24 fr. —

Coriveaud (le Dr A.). — Hygiène des familles. In-12. . . . 3 fr. 50

Coriveaud (le Dr A.). — La santé de nos enfants. In-12 . . 3 fr. 50

Cornevin (Ch.). — Traité de zootechnie générale. In-8 avec 200 fig. et 4 pl. . . . . 18 fr. —

Debierre (Ch.). — Traité élémentaire d'anatomie de l'homme. (Anatomie descriptive et dissection.) Avec notions d'organogénie et d'embryologie générale. Tome II (et dernier). In-8, avec 450 grav. . . . 20 fr. —

Héraud (le professeur A.).— Les secrets de l'alimentation à la ville et à la campagne : recettes, formules et procédés d'une utilité générale et d'une application journalière. Avec 225 fig. In-12, cart. . . . . 4 fr. —

Laurent (le Dr Emile). — L'amour morbide. Etude de psychologie pathologique. In-12 . . . . . 3 fr. 50

Lefort (Paul). — Aide-mémoire de physiologie pour la préparation du 2e examen. In-16, cart. . . . . 3 fr. —

Périer (le Dr E.). — Hygiène de l'adolescence. In-12. . . . 2 fr. —

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

Recueil des travaux du comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'administration sanitaire. Tome XIX (année 1889). In-8 . . . . . 12 fr. —

Serguéyeff (S.). — Physiologie de la veille et du sommeil. 2 vol. gr. in-8. 20 fr. —

Baillon (H.). — Les herborisations parisiennes. Recherche, étude pratique et détermination facile des plantes qui croissent dans les environs de Paris. Avec 445 fig. In-16, cart. . . . . 6 fr. —

Detmer (le Dr W.). — Manuel technique de physiologie végétale. Traduit de l'allemand par le Dr Micheels. Revu et augmenté par l'auteur. Avec 130 fig. Gr. in-8 . . . . . 10 fr. —

Flammarion (C.). — La pluralité des mondes habités. Etude. Nouvelle édit. In-12 . . . . . 3 fr. 50

Tommasi (Donato). — Dorure, argenture, cuivrage, nickelage, galvanoplastie. Manuel pratique. In-12, avec fig. . . . . 4 fr. —

Naville (Ernest). — Le libre arbitre. Etude philosophique. In-8 6 fr. —

Nicolay (Ferdinand). — Les enfants mal élevés. Etude psychologique, anecdotique et pratique. 3e édition. In-12 . . . . . 3 fr. 50

Campredon (Louis). — L'acier. Historique, fabrication, emploi. Avec 50 fig. et 3 planches. In-12 . . . . . 6 fr. —

Chauveau (Gustave). — Traité théorique et pratique des moteurs à gaz. Gaz de houille, gaz pauvres, air carburé (pétrole) et de leurs applications diverses. Gr. in-8 avec fig. . . . . 15 fr. —

NOTICE

SUR

LE CYCLONE DU 19 AOUT 1890

EN FRANCE ET A TRAVERS LA VALLÉE DE JOUX

par **L. GAUTHIER.**

Brochure in-8° avec cartes, plans et dessins. 1 fr.

Conflits des Lois Suisses en matière Internationale et Intercantonale

par **Ernest ROGUIN,**

professeur à l'Université de Lausanne.

1 fort vol. in-8°, 12 fr.

Lausanne. — Imp. Corbaz & Comp.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES SCIENCES NATURELLES

3e S. — Vol. XXVII.

No 104.

Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.

Avec 4 planches. — Prix : 2 francs.

Contenu : Pages

H. Pittier et A. Gétaz. — Contributions à l'histoire naturelle du Pays-d'Enhaut Vaudois 191
P. Mayor. — Le régime du système solaire (Pl. XI) 211
H.-G. Fordham. — Note sur le bolide du 20 juin 1890 220
L. Gauthier. — Observations pluviométriques, vallée de Joux, 1890 (Pl. XII et XIII) 223
P. Mayor. — Théorie des carrés magiques (Planche XIV) 243
Ch. Dufour. — Tornado de la Bretagne 247
L. Pelet. — Résumé des comptes pour 1890 249

PROCÈS-VERBAUX, du 4 février 1891 au 15 avril 1891.

(Chaque auteur est responsable de ses écrits.)

AVIS IMPORTANT. — On est prié de tenir compte des avis insérés à la seconde page de la couverture.

SMITHSONIAN INSTITUTION
JUN 15 1927
275771
NATIONAL MUSEUM

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND.
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Août 1891.

COMITÉ POUR 1891

Golliez, Professeur, *Président*,	Lausanne.
Schardt, Hans, professeur, *Vice-Président*,	Montreux.
Grenier, W., Directeur de la Faculté technique,	Lausanne.
Juillerat, docteur-médecin,	id.
Delebecque, ingénieur,	Thonon (Hte-Savoie).

BIBLIOTHÈQUE

Montée de St-Laurent, N° 22, maison de la Société de consommation, ouverte toute l'année le Mercredi et le Samedi, de 2 à 5 h., sauf pendant les séances.

Bibliothécaire :	M. L. Mayor, prof. (Boulevard industriel).
Editeur du Bulletin:	» F. Roux, Directeur de l'Ecole industr.
Secrétaire de la Société :	» Nicati, Aug., pharmacien (Palud).
Caissier :	» Pelet, L., prof. (Boulevard industriel).
Vérificateurs :	» Bertschinger, Dr phil., Musée géol.
	» Chenevière (Maupas),
	» Dapples, colonel, La Vuachère.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1° Tout manuscrit doit être adressé à l'*éditeur du Bulletin.* Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire.

2° Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3° Les tirages d'auteurs peuvent être remis à leurs propriétaires avant que le Bulletin ait paru.

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus,* publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

On est prié de s'adresser à la librairie F. Rouge pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.
Vol. XXVII. N° 104. 1891.

CONTRIBUTIONS
A L'HISTOIRE NATURELLE DU PAYS-D'ENHAUT VAUDOIS

III
MATÉRIAUX POUR SERVIR A L'ÉTUDE DE LA FAUNE

par H. PITTIER et A. GÉTAZ

Dans les tomes XVII, n° 85, et XXI, n° 92 du Bulletin de notre Société, on trouvera le commencement du travail entrepris par M. Pittier sur l'Histoire naturelle du Pays-d'Enhaut. C'est en 1885 que parut le dernier article qui contenait une liste des Vertébrés de la contrée, avec des notes sur quelques espèces. Dès lors M. Pittier n'a pas perdu de vue l'achèvement de ses *Contributions;* il a au contaire amassé beaucoup de matériaux, collectionnant tout et s'adressant à MM. les spécialistes pour la détermination d'espèces sur lesquelles la littérature lui faisait défaut.

Lorsqu'il dut interrompre ses recherches dans sa patrie, il me confia ses listes et manuscrits, auxquels j'ajoutai ce que je possédais. Dès cette époque, j'ai travaillé encore à rendre aussi complète que possible la liste des Invertébrés que nous publions aujourd'hui.

Malgré tout, certaines classes et embranchements n'ont été que très imparfaitement étudiés, tels sont par exemple les Crustacés et les Mollusques. Les Protozoaires ont été complètement laissés de côté, vu les difficultés que leur conservation présente, pour être adressés ensuite à un micrographe. Même chez les Insectes, certaines familles sont certainement mieux représentées au Pays-d'Enhaut que ne l'indique notre catalogue. Les Chrysides, par exemple, dont M. Frey-Gessner, dans son travail sur cette famille indique pour la Suisse 79 espèces et 7 variétés, ne seraient représentés que par *Chrysis integrella* et *ignita.* Il y en a certainement davantage. A l'avenir, mes recherches ten-

dront surtout à achever la liste de quelques divisions non ou incomplètement étudiées. A. G.

Pour chaque espèce nous avons indiqué sa fréquence et la région qu'elle habite.

Les régions ont été établies comme suit :

Région	montagneuse	inférieure 835 (la Tine) — 1260 m.
		supérieure 1260 — 1765 m.
	alpine	inférieure 1765 — 2150 m.
		supérieure 2150 — 2550 m.

Abréviations. — Un trait dans une colonne indique que la présence de l'espèce a été constatée sans qu'on puisse déterminer sa fréquence.

CC = très commun.	RR = très rare.
C = commun	R = rare.
AC = assez commun.	AR = assez rare.

	Région montagn. infér.	Région montagn. sup.	Région alpine infér.	Région alpine sup.
VERMES				
183. Hydatina senta, O.-F. Müll.	C	—	—	—
184. Tubifex rivulorum, Lam.		—		
185. Lumbricus agricola, Hoffm.	C	—		
186. » rubellus, Eis.	C			
ARTHROPODA				
A. Crustacea.				
187. Cyclops coronatus, O.-F. Müll. . . .	C			
188. Gammarus pulex, L.	AC	R		
B. Arachnoïdea.				
189. Trombidium holosericeum, L. . . .	R			
190. Atax Bonzi, Clap.	C			
191. Hermannia crassipes	—			
Quelques espèces ne sont pas encore déterminées.				

Pour les Aranéides : Voir le catalogue publié dans le Bulletin, Tome XXIV, n° 100.

	Région montagn.		Région alpine.	
	infér.	sup.	infér.	sup.
215. Phalangium opilio, L. (Opilio parictinus)	C	—	—	
216. Cerastoma cornutum, L.	C	—	—	—
217. Leiobunum hemisphæricum, H.				
218. Opilio fasciatus, C. K.	C	—		—
219. Opilio lucorum, C. K.	CC	—		
Lebert indique 25 espèces d'Opilionides pour la Suisse.				
220. Chelifer ixioïdes, Hahn.	—			
221. Obisium muscorum, Leach.	—			
C. Myriapoda.				
222. Julus terrestris, L.	C			
223. Glomeris limbata, L.	C			
224. Lithobius forficatus, L.	C	C		
D. Hexapoda.				
ORTHOPTERA				
a) *Thysanura.*				
Fam. 1. **Lepismidæ.**				
225. Lepisma saccharina, L.	C			
b) *Genuina.*				
Fam. 2. **Forficulidæ.**				
226. Forficula auricularia, L.	C	AC	—	—
227. » biguttata, Fab.		R	AC	—
Fam. 3. **Acrididæ.**				
228. Gomphocerus viridulus, L.	—			
229. » Morio, Fabr.		—		
230. Stetophyma fuscum, Pallas				
231. Psophus stridulus, L.	—	AC		
Fam. 4. **Blattidæ.**				
232. Periplaneta orientalis, L.	C			
233. Blatta laponica, L.	RR			
Fam. 5. **Locustidæ.**				
234. Locusta viridissima	AR			
235. Decticus verrucivorus, L.	AC	AC		
236. Platycleis griseus, Fabr.	AC			
237. » brachypterus, L.				—
Fam. 6. **Grillydæ.**				
238. Gryllus domesticus, L.	C			

	Région montagn.		Région alpine.	
	infér.	sup.	infér.	sup.
239. Gryllus campestris, L.	C			
240. Gryllotalpa vulgaris, Latr.	AR	AR		
c) *Pseudo-Nevroptera.*				
Fam. 7. **Perlidæ.**				
241. Perla maxima, Scop.	AC			
242. Nemura variegata, Ol.	—			
243. Leuctra cylindrica, de Geer.	—			
Fam. 8. **Ephemeridæ.**				
244. Heptagenia venosa, Fabr.	AC	AR		
Fam. 9. **Libellulidæ.**				
245. Aeschna grandis, L.		—		
246. » juncea, L.		—		
247. Libellula vulgata, L.	AR			
NEVROPTERA				
a) *Planipennia.*				
Fam. 1. **Sialidæ.**				
248. Raphidia cognata, Ram.	—			
249. » media, Burm.	—			
250. Inocellia crassicornis	R			
Fam. 2. **Panorpidæ.**				
251. Panorpa communis, L.	AC	—		
252. » vulgaris, Juch.	—			
253 » germanica, L.	AC			
Fam. 3. **Hemerobidæ.**				
254. Chrysopa phyllochroma, Wesp.	—	—		
Fam. 4. **Myrmeleontidæ.**				
255. Myrmeleon europæus, M. L.	R			
256. Ascalaphus italicus, L.	C	AC		
b) *Trichoptera.*				
Fam. 5. **Phryganidæ.**				
257. Stenophilax nigricornis, Pict.		—		
258. Rhyacophila torrentium, Pict.	—			
259. Philopotamus montanus, Pict.	—			
HEMIPTERA				
a) *Phytophtira.*				
Fam. 1. **Aphidæ.**				
260. Aphis rosarum, K.	AR			

	Région montagn.		Région alpine.	
	infér.	sup.	infér.	sup.
261. Aphis rosæ, L.	AC	—		
262. Lachnus viminalis, Fonsc.	AC	—		
b) *Homoptera.*				
Fam. 2. **Cicadellidæ.**				
263. Tettigonia viridis, L.	C	—		
c) *Heteroptera.*				
Fam. 3, **Coritidæ.**				
264. Corisa Linnæi, Fieb.			—	
Fam. 4. **Hydrometridæ.**				
265. Hydrometra costæ, H. Sch.	AC		—	
Fam. 5. **Reduvidæ.**				
266. Colliocornes pedestris, Wolf.		—	—	
Fam. 6. **Capsidæ.**				
267. Calocoris seticornis, Fabr.	—			
268. Rhopalotomus ater, L.	—			
Fam. 7. **Lygæidæ.**				
269. Lygæus equestris, L.	AC			
270. » pratensis, Fabr.	AC			
Fam. 8. **Pentatomidæ.**				
271. Tropicoris rufipes, L.	AC			
272. Mermidea nigricornis, Fabr.	—	—		
273. Strachia oleracea, L.	—			
DIPTERA				
a) *Brachycera.*				
Fam. 1. **Hippoboscidæ.**				
274. Stenopterix hirundinus, L.	—			
275. Melophagus ovinus, L.	—			
Fam. 2. **Acalypteræ.**				
276. Scatophaga merdaria, Fabr.	C	C		
Fam. 2. **Muscidæ.**				
277. Echinomya magnicornis, Zett.	—			
278. Sarcophaga carnaria, L.	—	—		
279. Cynomya mortuorum, L.	—			
280. Musca domestica, L.	C			
281. Mesembrina meridiana, L.	C			
282. Callyphora erythrocephala, Meig.	—			
283. Lucilia latifrons, Fabr.	—			

	Région montagn. infér.	Région montagn. sup.	Région alpine. infér.	Région alpine. sup.
284. Psila fimetaria, L.	—			
Fam. 4. **Syrphidæ.**				
285. Chrysotoxum festivum, L.	—			
286. Cheilosia rhyncops, Egg.	—			
287. » sparsa, Lœw.	—			
288. » albitarsis, Meig.	—	—		
289. Leucozona lucorum, L.	—			
290. Melithreptus creptus, L.	—			
291. Xanthogramma citrofasciata, M.	—			
292. Rhingia campestris, Meig.	—	—		
293. » rostrata, L. (?)		—		
294. Volucella bombylans, L.	—			
295. » » var. plumata, Dg.	—			
296. » pellucens, L.	—			
297. » zonata, L.		—		
298. Eristalis tenax, L.	—	—	—	—
299. » » var. hortorum, Meig.	—	—		
300. » spulchralis, L.	—			
301. » arbustorum, L.	—			
302. Merodon equestris, Fabr.	—	—		
303 Syrita pipiens, L.	AC	—	—	
Fam. 5. **Dolichopidæ.**				
304. Liancalus virens, Scop.	—			
Fam. 6. **Empidæ.**				
305. Rhamphomya sulcata, Fall.	—			
306. Empis tesselata, Fabr.	CC	C	—	—
Fam. 7. **Asilidæ.**				
307. Laphria flava, L.		—		
308. Asilus albiceps, Meig.	—			
Fam. 8. **Bombyliidæ.**				
309. Bombylius fugax, Wiedm.	—			
Fam. 9. **Stratyomydæ.**				
310. Sargus infuscatus, Meig.	—			
Fam. 10. **Limnobidæ.**				
311. Tipula varipennis, Meig.	—			
312. » excisa, Meig.			—	—
313. Pedicia virosa, L.	R			
LEPIDOPTERA				
Fam. 1. **Pterophoridæ.**				
314. Alucita polydactyla, L.	—			

	Région montagn.		Région alpine.	
	infér.	sup.	infér.	sup.
Fam. 2. Pyralidæ.				
315. Botys ostrinalis, Hb.		—		
316. » cæspitalis, Schiff.	C	AC		
317. » hyalinalis, Hb.		AC		
318. Crambus pinellus, L.	—		—	
319. » perlellus, Hb.	—	—	—	
320. Aglossa pinguinalis, L.	C	—		
Fam. 3. Tineidæ.				
321. Yponomeuta cognatella, Hb.		—		
322. Adela viridella, Hb.	—			
Fam. 4. Torticidæ.				
323. Grapholitha pruniana, Hb.	—			
b) *Geometrina.*				
Fam. 5. Phytometridæ.				
324. Ematurga atomaria, L.		—		
325. Eucosmia certata, Hb.				
326. Psodos alpinata, Hb.		C	C	
327. Gnophos Glaucinaria, Hb.	AC			
328. Venilia macularia, L.		—		
329. Rumia luteolata, L.	—			
330. Abraxas marginata, L.	—			
331. Tanagra atrata, L.	C	C		
332. Acidalia immorata, L.	—			
Fam. 6. Dendrometridæ.				
333. Cidaria montanata, Bork.	—			
334. » infidaria, F.	—			
335. » cyanata, L.	—			
336. » albicillata, L.	—			
337. » bilineata, L.	AC			
338. Triphosa dubitata, Scop.	—			
339. Cheimatobia brumata, L.	AC			
340. Artholitha limitata, L.		—		
341. Scoria lineata, Scop.		R		
342. Phasiane clathrata, L.	—			
c) *Noctuina.*				
Fam. 7. Ophiusidæ.				
343. Euclidiami glyphica, L.	AC	AC	AR	
Fam. 8. Plusiadæ.				
344. Plusia gamma, L.	C	C		
345. » devergens, Hb.		—		

	Région montagn. infér.	Région montagn. sup.	Région alpine. infér.	Région alpine. sup.
Fam. 9. **Agrotidæ.**				
346. Agrotis stigmatica, Hb.				
347. » saucia, Hb.				
Fam. 10. **Orthosiadæ.**				
348. Scoliopterix libatrix, L.	R	R		
349. Amphipyra tragoponis, L.	—			
350. Charæas graminis, Hb.		—		
351. Brotolomia meticulosa, L.		—		
Fam. 11. **Cuculliadæ.**				
352. Cucullia umbratica, L.				
353. » lucifuga, Hb.				
Fam. 12. **Hademidæ.**				
354. Mamestra brassicæ, L.	C			
Fam. 13. **Acronyctidæ.**				
355. Bryophila perla, Fab.	—			
d) *Bombycina.*				
Fam. 14. **Lithosiadæ.**				
356. Lithosia lurideola, Zinck. . . .		—		
357. » caniola, Hb.		—		
358. Setina aurita, Esp.		—		
359. » » var. ramosa, Fab. . .		—		
Fam. 15. **Euprepiadæ.**				
360. Arctia caja, L.	AR			
361. Spilosoma fuliginosa, L.	AR	R		
362. Euprepia menthastri, Ochsh. . . .				
Fam. 16. **Notodontidæ.**				
363. Harpygia vinula, L.	RR			
Fam. 17. **Bombycidæ.**				
364. Gastropacha quercus, L.	C			
365. » rubi, L.	AR			
Fam. 18. **Saturniadæ.**				
366. Saturnia pavonia, L.	R			
Fam. 19. **Psychidæ.**				
367. Psyche pulella, L.	—			
Fam. 20. **Zygænidæ.**				
368. Zygæna pilosellæ, Esp.	—			
369. » achilleæ, Esp.	—			

	Région montagn.		Région alpine.	
	infér.	sup.	infér.	sup.
370. Zygæna exulans, Hoch.			—	—
371. » loniceræ, Esp.	R	R		
372. » filipendulæ, L.	C	C		
373. » transalpina, Esp.		—		
374. » Carniolica, Scop.				
375. Ino globulariæ, L.				
376. » statices, L.				
e) *Sphingina.*				
Fam. 21. **Sesiadæ.**				
377. Sesia apiformis, Fabr. (?)				
Fam. 22. **Sphingidæ.**				
378. Macroglossa stellatarum. L.	C	—		
379. » bombyliformis, Ochsh. .	AR	—		
380. » fusiformis, L.		R		
381. Sphinx ligustri, L.	—			
382. » convolvuli, L.	—			
383. Acherontia atropos, L.	R			
f) *Rhopalocera.*				
Fam. 23. **Hesperidæ.**				
384. Spilothyrus malvæ, Hb.				
385. » lavatheræ, Esp.				
386. Syrichtus Sao, Hüb.	AC	AC		
387. » malvæ, L.				
388. » carthami				
389. Hesperia Thaumas, Hufn.	—			
390. » lineola, O.		—	—	
391. » comma, L.		—		
392. » sylvanus	—			
393. Nisoniades Tages, Hb.	C			
394. Carterocephalus Palæmon, Pall. . .	—			
Fam. 24. **Lycænidæ.**				
395. Lycæna Astrarche (Medon), Bergstr. .			—	
396. » Icarus, Rott.	—			
397. » Eumedon (Chiron), Esp. . .		—		
398. » Escheri (Agestor), Hb. . . .	—	—		
399. » Bellargus (Adonis), Rott. . .	AC			
400. » Corydon, Pod.	AC	—	—	
401. » Hylas (Dory las), Esp. . . .	C			
402. » Semiargus (Acis), Rott. . . .	—			
403. » minima, Fuess	CC	C		
404. » Aegon, Schn.				
405. » Argus, L.				

	Région montagn. infér.	Région montagn. sup.	Région alpine. infér.	Région alpine. sup.
406. Lycæna Damon, Schiff.				
407. » Orbitulus, Prun.				
408. » Sebrus, Treit.				
409. Polyommatus Hippothoe, L.	—	—		
410. » virgaureæ, L.				
411. » Dorilis, Hufn.				
412. Thecla rubi, L.	C			
413. » betulæ, L.	R			
414. » pruni, L.	—			
Fam. 25. **Erycinidæ.**				
415. Nemeobius lucina, L.	—			
Fam. 26. **Satyridæ.**				
416. Cœnonymphia Iphis, Schiff.		C		
417. » » Arcania, L., var. Satyrion, Esp.		AR	—	
418. » » pamphilus, L.	CC	C		
419. » » Arcania, L.	—			
420. Epinephele Janira, L.	C	C		
421. » hyperanthus, L.	C	C		
422. Pararge mœra, L.	C	C		
423. » Hiera, L.		RR		
424. Erebia Epiphron, Kn., var. Cassiope, F.		—		
425. » Melampus, Fuessl.		—	—	
426. » Pharte, Hb.		?	RR	
427. » Manto (Pyrrha), F.		AR		
428. » Œme, Hb.		AC		
429. » Cito, Esp.				
430. » Stygne, O.		—		
431. » Tyndarus, Esp.			—	
432. » Pronœ, Esp., var. Pitho, Hb.	AC	AC	—	
433. » Æthiops (Medea), Esp.	C	C		
434. » ligea, L.	AC	AR		
435. » Euryale, Esp.		—		
436. » Goante, Esp.		—		
437. » Pharte, Hb.		C		
438. » Pyrrha, Hb.			C	
439. » Pirene, Hb.	AR			
440. » Medusa, Hb.			R	
441. » Gorge, Esp.		—	—	
442. Satyrus Hermione, L.				
443. » Semele, L.				
444. » Actæa, var. Cordula, Fab.				
445. Melanargia Galatea, L.	C	AC		

	Région montagn.		Région alpine.	
	infér.	sup.	infér.	sup.
Fam. 27. **Nymphalidæ.**				
446. Argynuis Euphrosine, L.	C	C		
447. » Pales, Schiff.	AR	C		
448. » Lathonica, L.	R			
449. » Amathusia, Esp.	C	C	AR	
450 » Aglaja, L.	AC			
451. » Niobe, L.	AR			
452. » Paphia, L.	R			
453. » There, Hüb.			—	
454. » Dia, L.			—	
455. Melitæa cynthia, Hb.	—	—		
456. » Aurinia, Rott.		—		
457. » dictynna, Esp.	—			
458. » Athalia, Rott.		—		
459. » didyma, O.		—		
460. » cinxia, L.				
461. » Parthenia, Brok.				
462. » Phœbe, Kn.				
463. Vanessa urticæ, L.	C	C		
464. » Atalanta, L.	C	AC		
465. » cardui, L.	C	C		
466. » c. album, L.	—			
467. Limenitis Sibylla, L.	—			
468. » Camilla, Schiff.	—			
Fam. 28. **Pieridæ.**				
469. Gonopteryx rhamni, L.	R			
470. Colias Hyale, L.	C			
471. » Phicome, Esp.	RR			
472. » Edusa, F.	AC			
473. Pieris cardamines, L.	AC	AC		
474. » brassicæ, L.	CC			
475. » rapæ, L.	C			
476. » napi, L.	AC			
477. » napi, L. var. Bryonicæ, O.		—		
478. Aporia cratægi, L.	C			
Fam. 29. **Equitidæ.**				
479. Parnassius Apollo, L.	AC	CC	C	
480. Papilio Podalirius, L.	R			
481. » Machaon, L.	C	C		
COLEOPTERA				
a) *Cryptometamera.*				
Fam. 1. **Coccinellidæ.**				
482. Epilachna globosa, Hl.	—			

	Région montagn. infér.	Région montagn. sup.	Région alpine. infér.	Région alpine. sup.
483. Hyperaspis reppensis, Herbst. . . .	—			—
484. Chilocorus renipustulatus Scriba . .	—			
485. » bipustulatus, L.	—			
486. Halyzia conglobata, Hl.	C	C		
487. » 22-punctata, Muls.	C			
488. » 14-guttata, Muls.	—			
489. » oblongo-punctata, L. . . .		—		
490. Coccinella 14-pustulata, L.	C			
491. » 7-punctata, L.	C			
492. » mutabilis, L.		—		
493. » dispar, Hl.		—		
b) *Cryptopentamera.*				
Fam. 2. **Chrysomelidæ.**				
494. Phyllotreta nemorum, L.	C			
495. Haltica oleracea, L.	C			
496. Luperus viridipennis, Germ. . . .	—	—		
497. Adimonia tanaceti, L.	—	—		
498. Gonioctena 5-punctata, F.		—		
499. » viminalis, L.		—		
500. » » var. nigra. . .		—		
501. Chrysomela staphylea, L.	—	—		
502. » violacea, Panz.	C			
503. » menthæ, L.	—			
504. » cerealis, L.	AC	—		
505. » » b, mixtra Küst. .		R		
506. » speciosa, L.		—		
507. » pretiosa, Suffr.	—			
508. » tristis, F.	—			
509. » cacaliæ, Sch.	—	—		
510. Timarcha tenebricosa, F.	—	—		
511. Cryptocephalus sericeus, L.	C			
512. » regulipennis, Suffr. . .		—		
513. Clythra quadripunctata, L.	AC	AC		
514. Crioceris merdigera, L.	AC			
Fam. 3. **Cerambicydæ.**				
515. Grammoptera tabacicolor, de Geer. .	—			
516. » 4-guttata, F.	—			
517. » lurida, Muls.	—			
518. Leptura fulva, de Geer.	R			
519. » sanguinolenta, L.	AC			
520. » hastata, F.	—			
521. » cincta, Gyll.	C			
522. » rubro-testacea, Hl.	C			

	Région montagn.		Région alpine.	
	infér.	sup.	infér.	sup.
523. Leptura testacea	AR			
524. Strangalia armata, Herbst.	AR			
525. Pachyta virginea, L.	C	C		
526. » clathrata, F.	—			
527. » collaris, L.	AC	—		
528. » octomaculata, F.	AC			
529. Toxotus quadrimaculatus, L.	—			
530. » meridianus, L.	—			
531. Rhagium inquisitor, L.	—			
532. » mordax, F.	—			
533. » indagator, F.	—			
534. Rhamnusium bicolor, Schrank.	R			
535. Oberea oculata, L.	—			
536. Agapanthia angusticollis, Gyll.	—			
537. Leiopus nebulosus, L.	—			
538. Monohammus sutor, L.	AR			
539. » sartor, L.	AR			
540. Molorchus umbellatarum, L.	AC			
541. » minor, L.	—			
542. Cartallum ebulimem, L.	—			
543. Clytus plebejus, F.	C			
544. » arietis, L.	AC			
545. Tetropium luridum, L.	—			
546. Hylotrupes bajulus, L.	AR			
547. » domesticus	RR			
548. Callidium violaceum, L.	C	AC		
549. » variabile, L.	—	—		
550. Aromia moschata, L.	R	R		
Fam. 4. **Bostrichidæ.**				
551. Bostrichus typographicus, L.	C	—		
Fam. 5. **Curculionidæ.**				
552. Gymnetron campanulæ, L.	—			
553. Cionus scrophulariæ, L.	—			
554. Orchestes salicis, L.	—			
555. Apoderus Coryli, L.	C	—		
556. Hylobius abietis, L.	C			
557. » Pineti, F.	—			
558. Phytonomus punctatus, F.	—			
559. Molytes germanus, L.	—			
560. » coronatus, Latr.	—			
561. Phyllobius sinuatus, F.	—			
562. » psittaccinus, Germ.				
563. » alneti, F.	AC			
564. Otiorhyncus lepidopterus, F.		—		

	Région montagn.		Région alpine.	
	infér.	sup.	infér.	sup.
565. Otiorhyncus septentrionis, Herbst. . .		—		
566. » septicolor, Herbst. . . .	—	—		
567. » niger		—		
568. » villoso, punctatus, Zieg. .				—
569. » fuscipes Ol.		—	—	
570. » tenebricosus				
571. Chlorophanus viridis, L.	—			
572. Polydrusus sericeus, Schaller. . . .	C			
573. » flavovirens, Gyll.	—			
574. » pterygomalis, Sch. . . .		—		
575. » flavipes, de Geer.	—			
576. Liophlæus nubilus, F.	C			
c) *Heteromera.*				
Fam. 6. **Œdemeridæ.**				
577. Anoncodes fulvicollis, F.	—			
578. Œdemera virescens, L.	—			
579. » flavipes, F.	—			
580. » flavescens, L.	—			
Fam. 7. **Mordellidæ.**				
581. Anaspis monilicornis, Muls.	—			
582. Mordella aculeata, L.	—			
583. » fasciata, F.	—			
Fam. 8. **Pyrochroidæ.**				
584. Pyrochroa Satrapa, Sch.	AR			
Fam. 9. **Lagridæ.**				
585. Lagria hirta, L.	—			
Fam. 10. **Cistelidæ.**				
586. Æniopus sulfureus, L..	—			
Fam. 11. **Pimeleidæ.**				
587. Opatrum sabulosum, L.	—			
d) *Pentamera.*				
Fam. 12. **Xylophagæ.**				
588. Ptilinus pectinicornis, L.	AC			
589. Ptinus fur, L.	C			
Fam. 13. **Cleridæ.**				
590. Trichodes alvearius, F.	—			
591. » apiarius, L.	AC			
592. Clerus formicarius, L.	AC	—	—	

	Région montagn. infér.	Région montagn. sup.	Région alpine. infér.	Région alpine. sup.
Fam. 14. Malacodermata.				
593. Danacæa pallipes, Panz.	C			
594. Dasytes obscurus, F.	—			
595. » cœruleus, Gyll.	—			
596. Malachius marginellus, Ol.	—			
597. » bipustulatus, Ev.	C			
598. Telephorus testaceus, L.	—			
599. » flavilabris, Fall.	—			
600. » rufus, L.	AC	—		
601. » lividus, L.	C			
602. » pulicarius, F.	—			
603. » fuscus. Muls.	C	C	—	
604. » abdominalis, F.	C	—	—	
605. Lampyris noctiluca, L.	AC			
606. Eros aurora, F.	—			
607. Dictiopterus sanguineus, F.		—		
608. Drisus flavescens, Schönh.				
Fam. 15. Dascillidæ.				
609. Dascillus cervinus, L.		—		
Fam. 16. Elateridæ.				
610. Corymbites ænæus	—			
611. » pectinicornis, L.		—		
612. » tesselatus, L.	—			
613. » Heyeri, Germ.	—			
614. » æruginosus, F.	C	C	—	
615. » cupræus, F.	C	—		
616. » ænicollis, Ol.	AC			
617. » hæmatodes, F.	C	AC		
618. Athous Zebæi, Bach.	—			
619. » vittatus, F.	—			
620. » hæmorhoïdalis, F.	AC	—		
621. Cryptohypnus riparius, F.		—		
622. Lacon murinus, L.	CC	AC		
Fam. 17. Buprestidæ.				
623. Trachys pumila, Hl.	—			
624. » minuta, L.	—			
625. Anthaxia sepulchralis, F.	—			
626. Diurca Alni, Fischer	—			
Fam. 18. Lamellicornia.				
627. Trichius fasciatus, L.	C			
628. Gnorimus nobilis, L.	AC			
629. Cetonia marmorata, L.	R			

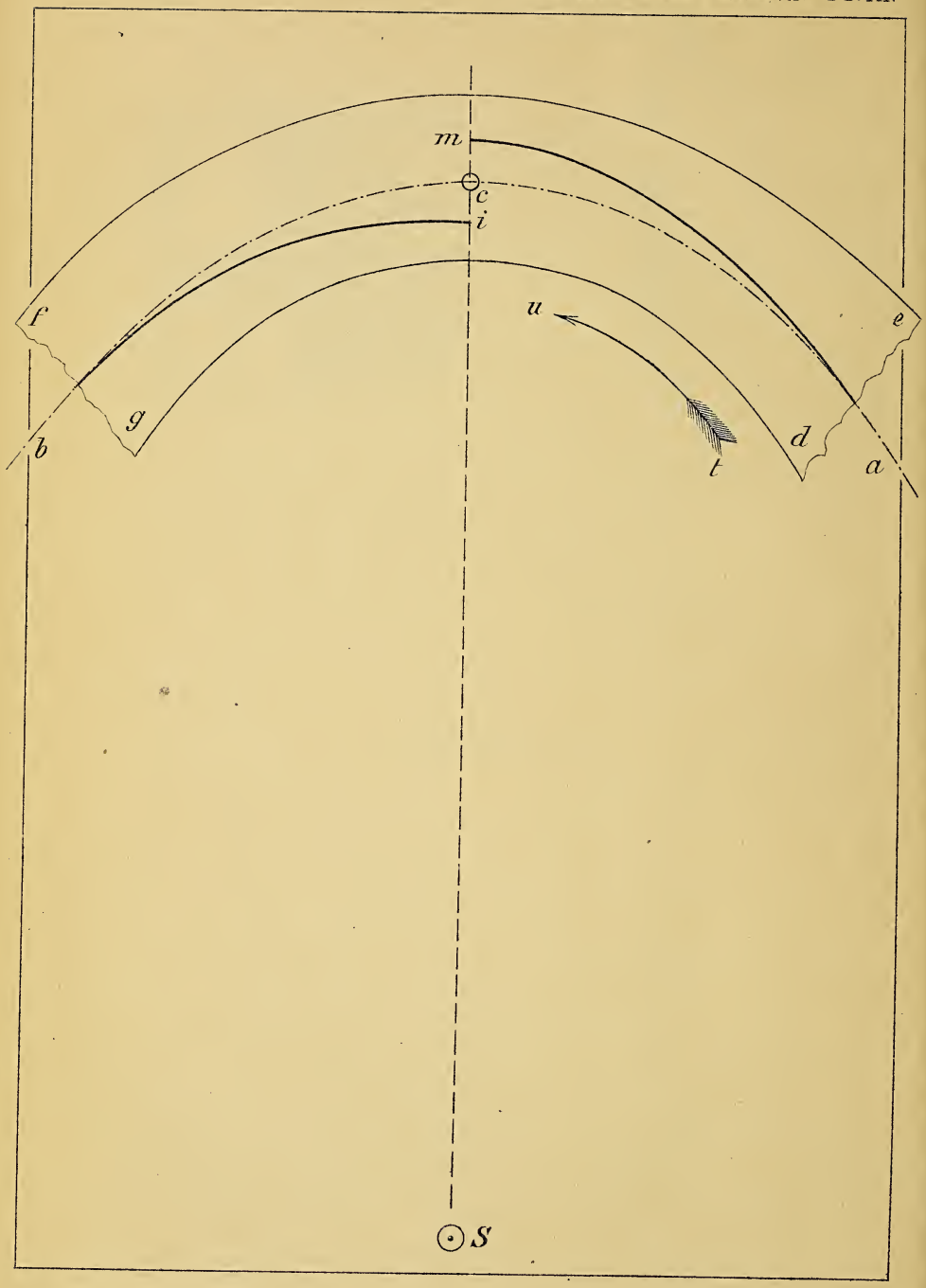
		Région montagn.		Région alpine.	
		infér.	sup.	infér.	sup.
630.	Cetonia aurata, L.	AC			
631.	Anomala Frischii, F.	R	—		
632.	Phyllopertha horticola, L.	C			
633.	Anisoplia crucifera, Herbst.	—			
634.	Melolontha vulgaris, L.	AR			
635.	Amphimallus solstitialis, L.	C			
636.	Serica brunnea, L.	—			
637.	Hoplia farinosa, L.	C	—		
638.	Geotrupes sylvaticus, Panz.	—			
639.	» stercorarius, L.	—			
640.	Aphodius discus, Schm.	—	C		
641.	» var. unicolor		—		
642.	» rufipes, L.	—			
643.	» varians, Duft.	—			
644.	» alpinus, Scop.	—	AC	—	
645.	» fimetarius. L.	C			
646.	Ontophagus Vacca, F.				
647.	» fracticornis, F.		—		
648.	» Taurus, L.	—			
	Fam. 19. **Byrrhidæ.**				
649.	Byrrhus Pilula, L.	C	—		
650.	» fasciatus. F.	—			
651.	» dorsalis, F.	—			
652.	» picipes, Fuft.	—			
653.	» ornatus, Panz.	—			
	Fam. 20. **Dermestidæ.**				
654.	Attagenus Pellio, L.	C			
655.	Dermestes lardarius	CC			
	Fam. 21. **Cryptophagidæ.**				
656.	Lathridius minutus, L.	—			
657.	Cryptophagus quercinus, Dem	—			
	Fam. 22. **Silphidæ.**				
658.	Necrophorus mortuorum, F.	C			
659.	» respillo, F.	AC			
660.	Silpha lævigata, F.	—			
661.	» atrata, L.	C	AC		
662.	» nigrita, Creuz.	—	—		
663.	» b. alpina, Germ.	—	—		
664.	» carinata, Hl.	AR			
665.	» sinuata, F.	—			
666.	» rugosa, L.	AC			
667.	» thoracica, L.	C			

	Région montagn. infér.	Région montagn. sup.	Région alpine. infér.	Région alpine. sup.
Fam. 23. Staphylinidæ.				
668. Anthobium marshani, Er.	—			
669. Pæderus gemellus, Kraatz.	—			
670. » ruficollis, F.	C			
671. » longicornis, Aubé.	—			
672. » longipennis, Er.	—			
673. » riparius, L.	—			
674. » littoralis, Gr.	C			
675. Xantholinus punctulatus, Payk.	—			
676. Philonthus umbratilis, Gr.	—			
677. » atratus, Gr.	—			
678. » decorus, Gr.		—		
679. Staphylinus stercorarius, Ol.	—	—		
680. » cæsareus, Ced.	—			
681. » lutarius, Gr.	R			
682. » pubescens, de Gur.				
683. Leistotrophus murinus, L.	C			
684. » nebulosus, F.	C			
685. Emus hirtus, L.	—			
686. Omalium striatum, Payk.	—			
Fam. 24. Hydrophilidæ.				
687. Sphæridium bipustulatum, F.	—			
688. » scarabæoïdes, L.	—	—		
689. Helophorus glacialis, Heer.		—		
690. Laccobius minutus, L.	C			
Fam. 25. Dytiscidæ.				
691. Agabus guttatus, Payk.	—			
692. Dytiscus marginalis, L.	AC			
Fam. 26. Carabidæ.				
693. Bembidium eques, Sturm.	—			
694. » Andreæ, F.	AC			
695. » fulvipes, Sturm.	—			
696. » ruficorne, Sturm.	AC			
697. Tachypus flavipes, L.	AC			
698. » caratoïdes, Schr.	AC			
699. Harpalus fuliginosus, Duft., var. Chevieri, Heer.			—	
700. Amara Quenseli, Sch.	—			
701. » aulica, Panz.	—			
702. Feronia metallica, F.	—	—		
703. » maura, Duft.			—	
704. » madidus, F.		—		

	Région montagn. infér.	Région montagn. sup.	Région alpine. infér.	Région alpine. sup.
705. Calathus micropterus, Duft.		—	—	
706. » cisteloïdes, L.		—		
707. Chlænius tibialis, Dog.	C			
708. Panagæus Crux major, L.	—			
709. Cychrus rostratus, L.		—		
710. » attenuatus, F.		—		
711. Carabus violaceus. L.		AC	R	
712. » intricatus, L.	—			
713. » auronitens, F.		—		
714. » auratus, L.	AC	—		
715. » monilis, F.		R		
716. » cancellatus, Hl.	—	—		
717. » granulatus, L.	—	—		
718. » Ulrichii, Germar.		—		
719. Procrustes coriaceus, L.	AR	—		
720. Nebria picicornis, F.	AC	—		
721. Notiophilus biguttatus, F.	—			
722. Cecindela campestris, L.	C	—		
723. » hybrida, L.	—			
HYMENOPTERA				
A. Terebrantia.				
Fam. 1. **Teuthredinidæ.**				
724. Hylotoma berberidis, Schk.		—		
725. Allantus arcuatus, Forst.		—	—	
726. » tricinctus, F.	—			
727. » nothus, Kl.	C	C		
728. Tenthredo flavicornis, F.	—	—		
729. » albicornis, F.		—		
730. » mesomelas, F.		—		
731. Perineura tesselata, Andr.		—		
Fam. 2. **Uroceridæ.**				
732. Sirex gigas, L.	AC			
733. Sirex juvencus, L.	RR			
Fam. 3. **Ichneumonidæ.**				
734. Ichneumon moscator, Wes.	—			
735. » insidiosus, Wes.	—			
736. » castaniventris, Wes.	—			
737. Ischnocerus rusticus, Wes.	—			
738. Emblyteles divisorius, Wes.	—			
739. Mesostenus gladiator, Gr.		—		
740. Pimpla manifestator, L.	R			
741. Ophion luteus, Gr.	—			

	Région montagn. infér.	Région montagn. sup.	Région alpine. infér.	Région alpine. sup.
b) *Aculeata.*				
Fam. 4. **Formicidæ.**				
742. Formica europæa, L.	AC			
743. » fusca, L.	—			
744. Camponotus ligniperdus, Latr.	C	AC		
745. Leuckra cylindrica, de Gur.	—			
746. Lasius fuliginosus, Latr.	—			
747. Myrmica rubida, Latr.	C	—		
Fam. 5. **Chrysididæ.**				
748. Chrysis integrella, Dahlb.	AR			
749. » ignita	AC			
Fam. 6. **Vespidæ.**				
750. Vespa germanica, L.	C			
751. Polistes diadema, L.	AC			
752. » biglumis, L.	—			
Fam. 7. **Apidæ.**				
753. Bombus hortorum, Anet.	C	—		
754. » sylvarum, L.	—	—		
755. » terrestris, L.	C			
756. » mastrucatus.			—	
757. » lapidarius, L.		—		
758. » agrorum, L.	C			
759. » » , var pascuorum		—		
760. Anthræna fulva, Schk.	—			
761. Hylæus fulvo-cinctus, F.	C			
762. Halictus cylindricus, F.		—		
MOLLUSCA				
LANELLIBRANCHIATA				
Fam. 1. **Cycladidæ.**				
763. Cyclas cornea, Lam.	—			
GASTROPODA				
Fam. 1. **Limnæidæ.**				
764. Limnæus pereger, Drap.	AC			
Fam. 2. **Helicidæ.**				
765. Helix pomatia, L.	C	AC		
766. » arbustorum, L.	C	—		
767. » sylvatica, Drap.	C			
768. » nemoralis, L.	AR			

	Région montagn.		Région alpine.	
	infér.	sup.	infér.	sup.
769. Helix personnata, Drap.	AR	—		
770. » holoserica, Stud.	—			
771. » lapidicola, L.	C			
772. » villosa, Drap.	AC			
773. » ericetorum, Müll.	C			
774. » hortensis, O.	C	—		
775. Bulimus montanus, Drap.	AC			
776. Pupa quadridens, Müll.	C			
777. Clausilia bidens, Drap.	C	—		
778. » plicatula, Drap.	C			
779. » parvula, Stud.	—			
780. Limax agrestis, Zin.	CC			


m
c
i
f
u
e
g
b
d
t
a
S

COSMOLOGIE

LE RÉGIME DU SYSTÈME SOLAIRE

PAR

Paul MAYOR.

Pl. XI.

Le système solaire serait-il destiné à périr dans les temps futurs, deviendrait-il à la longue un corps mort sans mouvement, sans chaleur, sans lumière, ou bien posséderait-il en lui-même une force, sinon permanente et indestructible, au moins toujours renouvelable, qui lui permettrait de conserver indéfiniment sa lumière, sa chaleur et sa vie ?

Ou bien encore les différents changements qui pourraient s'opérer dans son régime auraient-ils pour résultat de modifier la température générale ou le cours des saisons dans les différentes régions du globe terrestre ?

Ces questions de chaleur et de lumière sont du domaine des sciences purement mécaniques et comme telles doivent se résoudre d'après les lois du mouvement dont nous énumérons brièvement les principes fondamentaux.

La force de gravitation engendre ou détruit toutes les autres forces. Seule, elle peut produire une augmentation ou une diminution de la force vive que possède la matière en mouvement et dans ces deux cas, c'est en agissant suivant le sens de ce mouvement ou en sens contraire.

Cette première force, par exemple, accélère ou ralentit alternativement la course annuelle de la Terre autour du Soleil et crée ou détruit ainsi tour à tour, dans l'espace d'une année, une somme de force vive qu'on peut évaluer à plus de 3 octillions de kilogrammètres à chaque seconde de temps[1].

[1] Le rayon terrestre est de 6367 kilomètres, la densité de la Terre est égale à 5.44. Le poids de la Terre serait, d'après ces chiffres, de 18 octillions de kilogrammes. Les vitesses maximum et minimum du mouvement orbital de la planète que nous habitons seraient, en nombres ronds, de 31 et 30 kilomètres à la seconde. La perte ou le gain de force vive, à chaque seconde, équivaut, dans ce cas, à une perte ou à un gain correspondant de 0.2 kilogrammètre par kilogramme, ou de plus de 3 octillions de kilogrammètres pour la masse entière de la Terre.

Lorsque la force de la pesanteur se transforme en mouvement, elle prend alors le nom générique de force vive, ou bien suivant le genre de la transformation, celui de force d'impulsion, de projection, d'ascension, de mouvement de vibration moléculaire, etc., etc.

La force de gravitation tend à réunir la matière sur tous les centres de gravité individuels ou communs. La force de vibration tend à séparer les molécules qui constituent les corps et à rejeter ou à disperser dans l'espace, celles de ces molécules qui sont placées à la surface. Ces deux forces, dont l'une est créée par l'autre, sont donc toujours et sans exception en opposition entre elles deux et, dans leur lutte éternelle, elles font osciller sans cesse les atomes et les molécules de toute matière, exactement de la même manière que la lutte entre la force de gravitation et la force d'ascension fait osciller tous les astres des cieux suivant le tracé de leur orbite.

La force de vibration moléculaire prend différentes appellations, selon le genre des phénomènes que produit son action. On la désigne sous le nom de son, de lumière, de chaleur, d'électricité, enfin de force de vaporisation ou d'expansion ou encore de dilatation.

Supposons qu'il existe dans une certaine masse de matière cosmique, un centre local d'attraction situé en *c* (voir planche XI), que cette matière gravite autour d'un autre centre situé en un point S. Ensuite de ce mouvement orbital, cette masse se groupera premièrement en un anneau dont le centre ou l'un des foyers sera placé au point S. C'est ainsi que nous l'avons représenté dans la figure.

Chacun des points de cette masse sera soumis à l'action de trois forces : les deux forces d'attraction des centres *c* et S et la force centrifuge créée par le mouvement général de la masse autour du centre S. Cette dernière force croît ou décroît en puissance en même temps que la vitesse du mouvement général de rotation de la masse dans son orbite. — Admettons que ce mouvement se produise de droite à gauche, comme l'indique dans la figure la flèche *t u*.

Soit donc v la vitesse du mouvement de rotation d'un point quelconque de la masse et v' l'augmentation ou la diminution de cette vitesse, due, à un moment donné, au mouvement de concentration de ce point sur le centre local *c*. Dans ce cas, la vitesse virtuelle du mouvement de rotation de ce même point

sera représentée par $v + v'$ ou par $v - v'$ suivant que celui-ci sera placé à droite ou à gauche de ce centre.

La puissance de la force centrifuge ou tangentielle augmentera donc du côté droit et diminuera du côté gauche. De ces changements dans l'intensité de cette force, il s'ensuivra qu'à droite, tout en suivant son mouvement de concentration sur le centre *c*, la matière tendra à sortir de son orbite en s'éloignant du centre d'attraction S, tandis qu'à gauche, au contraire, elle tendra à se rapprocher de celui-ci. De cette manière, les courants de concentration tendront du côté droit à amener la matière dans les régions situées au-dessus du centre *c* et du côté gauche dans les régions situées au-dessous de ce centre, comme l'indiquent dans la figure les lignes *a m* et *b i*. Les forces d'impulsion de ces courants formeront ainsi entre elles un couple qui fera tourner la matière de droite à gauche, comme précédemment, mais alors autour du centre local *c*. Ce mouvement de rotation fera que cette matière se disposera en anneaux autour de ce centre.

Ces anneaux tendront à se constituer en un disque fort mince, parce qu'alors ni la force centrifuge, ni aucune autre force ne s'opposera à la concentration de la matière cosmique sur le plan équatorial de ces anneaux. C'est ce qui explique pourquoi le Soleil, les planètes et leurs satellites sont disposés, à peu de chose près, dans le même plan, peut-être aussi pourquoi la Voie Lactée forme une bande étroite dans le firmament.

Il existe encore dans le système solaire un exemple de cette première phase de concentration dans la formation des mondes, ce sont les anneaux de Saturne. Mais, en général, il y aura une seconde phase (qui, du reste, commencera probablement bien avant la fin de la première) pendant laquelle ces anneaux se concentreront de nouveau, les uns pour former le corps central, les autres, les plus excentriques, pour se subdiviser, suivant le cas, en un nombre plus ou moins grand de satellites, ou encore pour constituer d'autres satellites à ces derniers et ainsi de suite.

Pendant cette seconde concentration, la vitesse du mouvement de rotation du corps central sur son axe, s'accélèrera davantage, à mesure que les anneaux se concentreront sur leur centre de gravité commun, et les satellites, en se formant par la concentration des autres anneaux, contracteront eux-mêmes leur propre mouvement de révolution sur leur axe central.

C'est ainsi que s'explique le mouvement de révolution du

Soleil, des planètes et des satellites, chacun sur son axe, ainsi que le mouvement du système tout entier autour de son propre centre de gravité, par le fait de l'attraction du centre autour duquel le système solaire gravite, conjointement avec le mouvement de concentration de la matière cosmique, lorsque ce système s'est constitué tel que nous le connaissons actuellement.

On peut admettre, comme une hypothèse des plus plausibles, que la matière primordiale qui a servi à constituer tous les mondes stellaires, aurait été précédemment dans un état de diffusion et en général de subdivision semblable à celui qu'on attribue avec raison à l'Ether. Dans ce cas, « matière cosmique » et « Ether » signifieraient une seule et même chose [1].

Ensuite de la condensation de cette matière sur le centre du système solaire, le Soleil a acquis graduellement son volume, sa force d'attraction et sa force de vibration moléculaire, c'est-à-dire sa haute température. Cette dernière force vaporise la matière solaire et la rejette ainsi incessamment dans l'espace, sous sa forme primordiale.

Le système solaire s'est donc constitué en vertu d'une seule

[1] Les corps célestes se tracent mutuellement entre eux les limites de leurs domaines respectifs. Rien ne peut sortir de chez l'un sans entrer chez un autre. Si dans l'ignorance où l'on est au sujet de la quantité de masse que possèdent les différents systèmes stellaires, on admet l'hypothèse qu'ils sont, sous ce rapport, tous égaux entre eux, notre système planétaire s'étendrait de tous côtés, à mi-chemin, dans la direction des premiers. Mais les corps célestes sont toujours en mouvement dans l'espace, ils sont aussi semés très irrégulièrement autour de nous; les limites de notre monde planétaire sont donc très irrégulières et changent de forme continuellement. L'étoile la plus voisine de nous, Alpha du Centaure, est située à environ 60 mille milliards de kilomètres du Soleil; ces limites, de ce côté, s'étendraient donc à une distance de 30 mille milliards de kilomètres, mais dans d'autres directions, peut-être à plusieurs millions de milliards de kilomètres.

Le rayon de l'astre central a 690,000 kilomètres de longueur; la densité de la matière solaire est de 1.40. En admettant même que les limites du système solaire ne s'étendent de tous les côtés qu'à la moitié de la distance de l'étoile Alpha du Centaure, soit à environ 45 millions de rayons solaires, il suffirait que la densité de la matière cosmique fût de un trentième de septillionnième, pour que la masse de cette matière située dans ces limites fût égale à la masse du Soleil. — Dans ces conditions, une seule tonne de matière cosmique occuperait un espace plus étendu que celui qu'occupe la Terre. Or, tout semblerait démontrer que la densité moyenne de l'Ether doit être bien plus grande que celle qui est indiquée par la fraction ci-dessus. Dans ce cas, ce fluide représenterait une partie très considérable de la masse entière du système solaire.

et unique loi, celle de l'attraction. La force de gravitation centrale amène l'Ether sur le Soleil, tandis que la force de vibration solaire disperse ce fluide de tous les côtés. Puisque ces deux forces sont en opposition l'une avec l'autre et que la seconde est engendrée par la première, il doit nécessairement s'établir un équilibre périodique entre elles deux, l'une ou l'autre ou bien les deux ensemble doivent varier alternativement dans certaines limites, de manière que l'énergie de l'une soit tantôt supérieure, tantôt inférieure à l'énergie de l'autre. Le même cas se présente dans le mouvement du pendule ou pendant le cours annuel de la Terre autour du Soleil, alors que la force ascensionnelle créée par la force de gravitation devient tantôt plus grande, tantôt moins grande que cette dernière force.

Sous l'action des deux grandes forces centrales et opposées, la force de la pesanteur et la force de vibration solaire, l'Ether contractera un mouvement général de contraction ou de dilatation, suivant que la première ou la seconde de ces forces sera en excès sur l'autre. Il se formera ainsi dans l'Ether des courants qui seront alternativement ascendants ou descendants par rapport à l'astre central.

Mais ensuite du mouvement général de rotation du système solaire, les courants ascendants et de chute auront une tendance plus ou moins prononcée à prédominer, les premiers dans les régions équatoriales et les seconds dans les régions avoisinantes de l'axe central. Puis d'autres causes, les marées stellaires, l'irrégularité de forme de notre monde solaire, par exemple, créeront certaines perturbations dans le régime de l'Ether et produiront ainsi, surtout dans les parties éloignées du centre, des courants secondaires qui suivront d'autres directions que celle du courant alternant et général.

Désignons par f la force de gravitation centrale et par $f \pm f'$ la force de vibration solaire. La différence f' en plus ou en moins, de l'une de ces forces sur l'autre, servira donc à accélérer ou à retarder ou encore à faire rétrograder, suivant le cas, le mouvement de translation ou de circulation de l'Ether, c'est-à-dire servira à faire circuler ce fluide dans le système solaire.

Après cela, il restera deux forces désignées chacune par la lettre f. Puisqu'elles sont égales entre elles et en opposition directe l'une avec l'autre, elles ne pourront engendrer aucun mouvement de translation ou de circulation de l'Ether, mais elles serviront à imprimer, à entretenir ou à accélérer le mouvement de vibration moléculaire de ce fluide. Ce serait donc, en géné-

ral, dans l'espace, et ensuite des chocs successifs des molécules entre elles, que l'Ether contracterait son propre mouvement de vibration moléculaire et non spécialement par le choc, lors de l'arrivée au Soleil, ou pendant qu'il fait partie de la substance même de cet astre.

La somme totale de force vive que l'Ether acquerra en mouvement de vibration ou autres mouvements, et qu'il cèdera ensuite à la matière solaire, à son arrivée sur l'astre central, sera égale à la force vive que l'Ether aurait acquise si cette chute s'était accomplie librement, sans aucun obstacle. Mais si ensuite des chocs des molécules entre elles, la vitesse du mouvement de chute ou de translation restait uniforme ou se ralentissait, la vitesse des autres mouvements s'accélèrerait alors nécessairement, de manière à faire compensation. Dans ce cas, on aura toujours la relation :

$$m v^2 = \frac{q^2}{m}.$$ [1]

[1] La vitesse d'arrivée de la chute libre d'un corps sur le Soleil est indiquée par la formule :

$$v = r\sqrt{\frac{2\,g\,(h-r)\,r}{h}}$$

dans laquelle les lettres r, g et h représentent respectivement la longueur du rayon solaire, l'intensité de la force de gravitation à la surface de l'astre central et h une hauteur de chute quelconque. Dans ce cas, r est égal à 690 millions de mètres et g au chiffre 268.50.

A partir et au-delà de 20 millions de kilomètres de hauteur de chute, la formule donne des vitesses d'arrivée qui varient, suivant cette hauteur, de 600 à 610 kilomètres environ. Or l'espace compris dans un rayon de 20 millions de kilomètres autour du Soleil, est une quantité négligeable comparée à l'immense étendue du système solaire. On peut donc admettre, sans commettre d'erreur bien sensible, que la vitesse d'arrivée au Soleil, pour la chute libre de l'Ether, est une constante, dont la valeur serait de quelques kilomètres supérieure à 600,000 mètres à la seconde. D'après ce dernier chiffre, la force vive engendrée par la chute sur le Soleil d'une masse d'un seul gramme, serait de 18 millions de kilogrammètres, ce qui représenterait une somme de 40 mille calories ou une puissance calorifique 5000 fois plus grande que celle de la houille. Si l'Ether est constitué par des éléments semblables à ceux qui sont les plus connus sur notre planète, et dont la densité calorifique est en général de 0.2 environ, on trouverait qu'à l'arrivée au Soleil, l'Ether aurait acquis une température de 200 millions de degrés. Mais dans tous ces calculs, nous n'avons tenu compte que de la force d'attraction solaire et non de la totalité de la force centrale de gravitation, de sorte que ce dernier chiffre doit être bien au-dessous de la réalité.

m, masse de l'Ether (ou en général masse d'un corps quelconque).

v, vitesse d'arrivée, dans le cas de la chute libre.

$q = mv$, quantité de mouvements que la masse m possède à l'arrivée. (Il faut tenir compte ici de tous les mouvements possibles de cette masse, soit des mouvements d'oscillation, de vibration moléculaire, de translation et enfin de révolution.)

mv^2, force vive due à la vitesse v et que possède la masse m.

Réciproquement, la quantité de force vive ou de chaleur que dépenserait ou perdrait la matière solaire, après avoir vaporisé une certaine masse de la substance même du Soleil et avoir ainsi rejeté celle-ci dans l'espace, sera donnée par la formule ci-dessus. Dans les deux cas, la force vive ou la somme de chaleur gagnée ou perdue par la matière solaire, suivant que l'Ether arrive ou part, sera toujours indiquée par cette équation.

Ceci est vrai dans toutes les conditions. Quels que soient l'énergie moléculaire ou le degré de température, la densité, l'état plus ou moins grand de divisibilité, ou le volume d'une masse, ou la vitesse d'arrivée de cette dernière sur un corps quelconque, ou encore la vitesse de sortie, que la réaction se produise par degrés ou en un seul coup, lentement ou instantanément, cette réaction sera toujours égale à l'action.

La matière donc, en se contractant sous l'action de la force de gravité, se réchauffe, et en se dilatant, se refroidit. Réciproquement : « La matière en se chauffant se contracte et en se refroidissant se dilate. »

Cette proposition n'est point un paradoxe. C'est en se contractant que la matière solaire a acquis un degré de température intense ; ce serait en se dilatant et en retournant ainsi à l'état de matière cosmique qu'elle pourrait perdre toute chaleur.

L'hypothèse généralement admise au sujet de l'avenir du système solaire est que ce dernier se refroidit graduellement, malgré le supplément de chaleur que la chute successive de météores et de comètes sur le soleil, ou encore la concentration graduelle de la matière solaire, apporte à l'astre central, et qu'il prendra place tôt ou tard dans l'univers parmi les corps célestes dépourvus de toute chaleur et de toute lumière.

Cette hypothèse n'a rien de scientifique et est en même temps en désaccord complet avec les faits, parce qu'elle ne fait aucun cas de la force d'expansion créée par la force de gravitation et

que, d'après elle, toutes les étoiles des cieux, les unes après les autres, se seraient éteintes déjà dans les temps reculés de l'infini.

Autrement, la matière cosmique se serait concentrée, jusqu'à un certain point, juste assez pour fournir la force nécessaire au mouvement de rotation, soit général, soit individuel, des corps qui composent le système solaire et aussi pour créer la force d'expansion ou le degré de chaleur nécessaire pour maintenir en équilibre périodique, la force de gravitation centrale. Après cela il y aurait alternativement, dans la masse de notre monde planétaire, refroidissement et réchauffement en même temps que dilatation et concentration.

Jusques à quel point ces fluctuations de température, ainsi que la contraction et la dilatation de cette masse, peuvent-elles se produire ?

Il nous paraît, d'après le principe de l'égalité entre l'action et la réaction de la force de gravité, que notre système planétaire tout entier doit être réduit de nouveau à l'état de matière primordiale pour se reformer ensuite, dans des conditions semblables ou plus ou moins différentes. Les mondes stellaires se formeraient ou se déferaient tour à tour de la même manière.

Ce que nous savons certainement à ce sujet, c'est que notre planète a passé par des phases de variations extrêmes de température. Nous connaissons qu'à une certaine époque, les glaces permanentes ont envahi notre sol, jusque sous les tropiques ; à une autre époque, tous les rocs et les minéraux qui constituent le globe terrestre ont été sans exception réduits en fusion.

L'Ether, c'est-à-dire la matière cosmique à l'état libre, est répandu dans l'univers entier. Il sert de véhicule aux mouvements des ondes lumineuses et autres. Il donne sa chaleur aux corps de l'espace, de la même manière que nous l'avons expliqué précédemment pour le soleil.

La somme de calorique que la Terre reçoit journellement dépend donc de la force vive (mv^2) que possède l'Ether qui nous entoure et de la force de gravitation terrestre qui attire ce fluide sur nous. Si, comme on l'admettait jadis, l'Ether n'avait aucune densité, il ne pourrait nous fournir de la chaleur parce que, dans cette condition, il ne pourrait avoir de force vive. Dans ce cas, la température serait le froid absolu. Mais s'il n'était animé d'aucun mouvement qui lui fût propre, il nous fournirait encore du calorique par sa chute. D'après la formule et les autres indications données dans la note de la page 216, la vitesse d'arrivée

de la chute libre de l'Ether sur notre sol serait, en moyenne, de 11,300 mètres à la seconde, ce qui, pour une masse d'un kilogramme, donnerait 15,000 calories ou deux fois ce que produirait la combustion d'un kilogramme de houille.

L'action de la gravitation terrestre agit également de tous les côtés à la fois. Mais le courant d'Ether amène le calorique sur un seul côté, celui qui fait face à l'astre du jour, tandis que la force d'impulsion de ce courant tend à repousser l'Ether, qu'autrement la force d'attraction amènerait sur l'autre hémisphère.

Si donc la vitesse de ce courant était nulle, la quantité de chaleur que recevrait la Terre serait égale partout et en tout temps, de jour comme de nuit, en été comme en hiver, dans les régions équatoriales aussi bien que dans les zones antarctiques et la température générale tendrait à s'égaliser avec celle de l'Ether.

Enfin, si les courants de chute venaient à prédominer dans les régions qu'occupe notre planète, la chaleur et la lumière ne nous viendraient plus du Soleil, mais des espaces interplanétaires.

Pendant la période de concentration, non-seulement l'Ether s'accumulera peu à peu dans les régions centrales du système solaire, telles que celles qu'occupe notre planète, mais encore son énergie de vibration, en même temps que l'énergie moléculaire de la matière solaire, croîtra indéfiniment.

Réciproquement, durant l'époque d'expansion, ce fluide sera dispersé au loin de tous les côtés. Il deviendra de moins en moins dense autour de nous, lui-même ainsi que la matière solaire dépenseront leur force de vibration, c'est-à-dire la chaleur qu'ils possèdent tous deux, pour produire le mouvement d'expansion.

Il n'est donc pas surprenant que la température de la Terre ait passé par des phases de chaud et de froid telles, qu'à une certaine époque, tous les matériaux connus qui constituent le globe terrestre aient été réduits en fusion ou peut-être à l'état de vapeur et qu'à une autre époque les glaces permanentes aient envahi la surface entière de celui-ci.

Entre ces deux cas extrêmes de chaud et de froid, les êtres animés et les végétaux apparaissent ou disparaissent successivement, chacun selon son espèce, en leur temps et lieu, suivant que les diverses transformations des climats leur offrent ou ne leur présentent plus les conditions nécessaires à leur existence.

———o—o———

NOTE SUR LE BOLIDE DU 20 JUIN 1890

par **H.-G. FORDHAM.**

Dans plusieurs numéros de la *Gazette de Lausanne* (des 23, 24 et 26 juin), des correspondants ont signalé l'apparition, en plein jour et sur différents points de la Suisse, d'un bolide, ou plutôt des fragments d'un bolide.

Comme j'en ai observé un, et dans le canton de Vaud, je me fais un devoir, quoique mes observations ne soient pas très importantes, au point de vue scientifique, d'offrir une petite note pour notre bulletin.

Depuis un endroit sur la route de Bex à Gryon, au-dessus du hameau des Posses, et à une altitude de 1050 mètres, à 5 heures 10 minutes du soir, j'ai observé les faits suivants :

En face de moi se trouvait le Grand-Muveran, au-dessous duquel était le contrefort de l'Argentine qui surplombe le sentier que l'on suit pour aller de Gryon aux Plans, en passant au-dessus de Frenières. A mes pieds s'étalaient les vallées des deux Avençons (d'Anzeindaz et des Plans), et le village de Frenières.

Je regardais du sud-est dans la direction du Grand-Muveran, lorsque je vis descendre perpendiculairement, entre le sommet de cette montagne et moi, une traînée de lumière blanche, peut-être un peu teintée de jaune. Cette traînée ne fut pas tout à fait continue, mais se sépara en deux parties. En ce moment, le soleil donnait derrière moi une lumière assez forte. Je n'entendis point de bruit.

La distance depuis mon point d'observation jusqu'à la paroi du Muveran, en ligne droite, est de 6 kilomètres, suivant la carte.

Ordinairement, dans les cas de bolides pénétrant à une grande profondeur dans l'enveloppe gazeuse de notre globe, leur passage dans les couches les plus épaisses de l'atmosphère a été signalé par un grand bruit, provenant soit d'une rupture violente de la masse solide du météore, soit du passage extrêmement rapide de la masse elle-même à travers l'atmosphère. Dans un cas récent, en Angleterre, j'ai entrepris une espèce d'enquête, dont

le compte-rendu a paru dans les mémoires d'une Société scientifique anglaise[1]. Ce passage d'un bolide à travers plusieurs comtés du centre de l'Angleterre a été accompagné d'un bruit semblable à celui d'une explosion de poudrière, et de secousses de fenêtres et de toitures qui firent croire à un tremblement de terre.

Dans ce cas-là, quoique l'on soit parvenu à établir assez exactement la ligne suivie par le bolide, et même à fixer à peu près la position des points des explosions qui eurent lieu pendant sa traversée, on n'en a jamais trouvé de restes solides.

Il est rare, quoiqu'il y ait des milliards de météores qui atteignent notre atmosphère, qu'il y en ait qui tombent sur la surface solide de la terre. On a calculé qu'il n'y a, en moyenne, que 6 à 8 chutes par an qui aient fourni des pierres aux musées, pendant les cinquante dernières années ; mais, d'après Daubrée, ces chutes de pierres sont pour chaque année au nombre de 600 à 700 pour le monde entier. Par contre, pour les fragments météoriques d'une grandeur suffisante pour donner une lumière visible à l'œil nu dans de bonnes conditions, on a estimé leur nombre au chiffre énorme de 20 millions par jour, ce qui est à multiplier par vingt si l'on ajoute tout ce que l'on peut voir en se servant des télescopes. Il paraît que toute cette masse de matière météorique se dissipe en traversant les couches supérieures de notre atmosphère.

Les deux autres endroits signalés dans les journaux pour l'observation du bolide du 20 juin sont, l'un près de Berne à 80 kilomètres au nord-nord-est, et l'autre près de Genève, à 70 kilomètres vers l'ouest depuis Gryon. Entre ces deux points il y a 127 kilomètres environ en ligne droite. Cela indique une aire très considérable de la distribution des fragments, car, sans doute, le météore éclata à une hauteur très grande dans l'atmosphère, puisque l'on n'a entendu aucun bruit d'explosion à la surface de la terre.

Si, après une telle explosion, un fragment solide du bolide est vraiment descendu sur un point quelconque de la ligne que j'ai indiquée, il va sans dire qu'il ne vaudrait pas la peine de le chercher sur les pentes boisées, couvertes de buissons et d'herbes qui se voient partout dans ce voisinage. Mais, d'autre part, il

[1] On the Meteorite of the 20th of November, 1887. Transactions of the Hertfordshire Natural History Society, vol. V, p. 33.

sera bon de conserver une note de mes observations, car, si l'on trouvait, par hasard, des restes du météore, on pourrait se référer à cette note pour fixer la date de leur chute.

Extraits de la « Gazette de Lausanne ».

Le 23 juin 1890 :

« Le *Genevois* raconte que vendredi, vers cinq heures, quatre députés romands aux Chambres fédérales qui faisaient une promenade à pied entre Munchenbuchsee et Schœnbuhl, aux environs de Berne, ont été témoins d'un phénomène rare. Par un soleil étincelant, un bolide est tombé à quelques centaines de mètres devant eux, rayant la colline sombre du Grauholz d'une lumineuse couleur blanc-bleu, rappelant absolument la lumière électrique. »

Le 24 juin 1890 :

« Le bolide que nous avons signalé hier comme ayant été vu près de Berne vendredi dernier a été observé sur différents points ; il est signalé, entre autres, de Saconnex. Ceux qui l'ont vu sont d'accord à relever l'éclat du météore, d'un blanc-bleu, rappelant la lumière électrique, éclat qui allait en augmentant à mesure que le bolide se rapprochait de l'horizon et qui était d'autant plus frappant que le phénomène se produisait par un beau soleil. »

RÉSUMÉ ANNUEL

DES

OBSERVATIONS PLUVIOMÉTRIQUES

faites par les stations de la vallée du lac de Joux, en 1890,

PAR

Louis GAUTHIER,

Secrétaire du Département de l'Instruction publique et des Cultes.

Pl. XII et XIII.

Voici le quatrième et déjà le dernier résumé que j'ai l'honneur de présenter à la Société vaudoise des Sciences naturelles sur les observations météorologiques faites dans la Vallée de Joux. Outre ce fait, sans importance du reste puisque le travail commencé sera poursuivi par notre collègue et successeur, M. Constant Dutoit, maître de sciences à l'Ecole industrielle du Chenit, il en est un second qui a rendu l'année 1890 tristement mémorable; nous voulons parler de la *trombe du 19 août*[1].

Le travail journalier s'est fait comme précédemment avec régularité, avec persévérance et avec goût; puisse-t-il continuer longtemps de même. Cependant les observateurs changent :

Au *Carroz,* M. Correvon, sergent, a succédé à M. Grobéty.

Au *C. Capt,* M. Porchet, gendarme, a succédé à M. L. Dufour.

Au *P. Mines,* M. Goy, caporal, a succédé à M. Goumaz.

Au *Sentier,* M. A. Bourgeois, instituteur, et un élève de l'école, Ch. Ulsinger, m'ont remplacé pendant les trois derniers mois.

[1] Voir « Le Cyclone du 19 août 1890, en France et dans la Vallée de Joux ». Vol. XXVII. L. Gauthier.

1° STATIONS JURASSIENNES

Hauteurs d'eau par mois et pour l'année (en millimètres).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Total	Moy.
Sentier. .	154.0	21.5	53.5	121.0	208.0	135.0	103.0	276.5	74.5	195.5	167.0	30.0	1539.5	128.3
Carroz . .	149.0	33.0	62.0	153.0	263.0	172.0	144.0	347.0	88.0	172.0	189.0	32.0	1804.0	150.3
Pont. . .	240.0	70.0	126.0	212.0	295.0	188.0	167.0	502.0	142.0	315.0	300.0	53.0	2610.0	217.5
C. Capt. .	215.0	33.0	58.0	148.0	285.0	216.5	197.0	308.5	90.5	239.0	164.0	39.0	1993.5	166.1
P. Mines .	194.5	33.5	70.0	164.5	265.0	190.5	193.5	374.0	84.5	186.0	196.0	21.0	1973.0	164.4
Mouthe. .	143.0	21.0	42.5	167.5	228.0	151.5	139.0	267.0	85.0	276.5	201.0	9.5	1731.5	144.3
Total . .	1095.5	212.0	412.0	966.0	1544.0	1053.5	943.5	2075.0	564.5	1384.0	1217.0	184.5	11651.5	970.9
Moyennes.	182.6	35.3	68.7	161.0	257.3	175.6	157.3	346.0	94.1	230.7	202.8	30.7	1941.9	161.8

Par saisons, de décembre 1889 à novembre 1890.

	Hiver	Printemps	Été	Automne	Première demi-année	Deuxième demi-année
Sentier. .	234.5	382.5	514.5	437.0	693.0 en 78 j. moy. j. 8.88	846.5 en 88 j. moy. j. 9.62
Carroz . .	240.0	478.0	663.0	449.0	832.0 » 69 » 12.06	972.0 » 76 » 12.78
Pont. . .	413.0	633.0	857.0	757.0	1131.0 » 71 » 15.93	1477.0 » 78 » 18.93
C. Capt. .	349.0	491.0	722.0	493.5	955.5 » 69 » 13.86	1038.0 » 82 » 12.65
P. Mines .	305.0	499.5	758.0	466.5	918.0 » 79 » 11.62	1055.0 » 74 » 14.25
Mouthe. .	228.0	438.0	557.5	562.5	753.5 » 90 » 8.37	978.0 » 89 » 11.0
Total . .	1769.5	2922.0	4072.0	3165.5	5283.0 en 456 j. moy. j. 70.72	6366.5 en 487 j. moy. j. 79.23
Moyennes.	294.9	487.0	678.7	527.6	880.5 » 76 » 11.6	1061.1 » 81 » 13.2

Chutes maximales.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.
Sentier	48.0 le 23	6.5 le 13 » » 15	19.5 le 25	19.5 le 22	27.0 le 23	25.5 le 12	30.0 le 5	*48.5* le 8	27.5 le 24	35.5 le 26	28.5 le 24	12.5 le 16
Carroz	35.0 » 23	14.0 » 15	30.0 » 25	22.0 » 22	34.0 » 18	35.0 » 10	31.0 » 5	*48.0* » 8	30.0 » 24	35.0 » 27	33.0 » 1	17.0 » 17
Pont	53.0 » 23	25.0 » 13	43.0 » 25	32.0 » 19	54.0 » 21	43.0 » 12 » » 29	33.0 » 5	*76.0* » 5	63.0 » 24	56.0 » 18 » » 19	67.0 » 25	30.0 » 17
C. Capt	50.0 » 23	13.0 » 13 » » 15	18.0 » 25	35.0 » 24	36.0 » 7	36.0 » 28	*51.0* » 5	44.0 » 5	31.0 » 24	44.0 » 26	19.0 » 7	14.0 » 19
P. Mines	57.5 » 23	12.5 » 13	22.5 » 25	35.0 » 24	39.0 » 7	35.5 » 12	49.0 » 5	*58.0* » 8	28.0 » 24	44.0 » 26	37.0 » 24	13.0 » 16
Mouthe	39.0 » 22	9.0 » 13	13.0 » 23	24.0 » 18 » » 24	36.5 » 7	30.5 » 12	37.0 » 5	30.5 » 13	27.5 » 22 26.5 » 24	*41.5* » *26*	39.0 » 24	8.5 » 16

La plus forte chute est celle du 5 août, au Pont, de 76mm.
Mois de maxima : Août, janvier, octobre, juillet.

Nombre de jours avec chute d'eau (pluie ou neige).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Total	Moy.
Sentier. .	11	7	10	18	17	15	18	22	7	14	19	8	166	13.8
Carroz . .	12	5	8	15	15	14	18	21	8	9	16	4	145	12.0
Pont . .	11	5	13	17	15	10	15	18	8	10	22	5	149	12.4
C. Capt. .	11	4	8	12	17	17	18	20	8	11	19	6	151	12.5
P. Mines .	12	4	11	17	19	16	20	22	8	9	11	4	153	12.6
Mouthe. .	13	7	14	18	19	19	20	22	9	14	19	5	179	15.0
Total . .	70	32	64	97	102	91	109	125	48	67	106	32	943	78.3
Moyennes.	11.7	5.3	10.7	16.1	17	15.1	18.1	20.8	8	11.1	17.7	5.3	157	13.0

Mois peu pluvieux :
Février, — Décembre, — Sept., — Mars.

Mois pluvieux :
Oct., — Janvier, — Juin.

Mois très pluvieux :
Avril, — Mai, — Nov., — Juillet, — Août.

Chutes de neige (hauteur en mètres).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Total	Hiver 1889-90
Sentier. .	0.15	0.28	0.19	0.22	—	—	—	—	—	0.15	0.50	0.31	1.80	1.73
Carroz . .	0.19	0.16	0.31	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.94
C. Capt. .	1.00*	1.30*	1.60*	?	—	—	—	0.5	—	—	—	0.90*	—	—
P. Mines .	0.50	0.48	0.61	0.81	—	—	—	0.6	—	—	—	0.26	—	5.06
Mouthe. .	0.14	0.25	0.32	0.40	—	—	—	—	—	0.13	0.36	0.24	1.84	1.86
Moyenne.	0.25	0.29	0.36	0.38	—	—	—	0.06	—	0.14	0.43	0.27		

* Ces chiffres indiquent l'épaisseur de la couche de neige et non la quantité tombée.

Nombre de jours avec chute de neige (sans pluie).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Total	Hiver 1889-90
Sentier. .	3	7	4	6	—	—	—	—	—	2	9	8	39	32
C. Capt. .	3	4	8	9	—	—	—	1	1	3	9	6	44	40
P. Mines .	6	4	9	13	—	—	—	1	—	4	6	4	47	51
Mouthe. .	3	7	9	8	—	—	—	—	—	3	6	5	41	42
Moyenne.	3.7	5.5	7.5	9.0	—	—	—	1.0	1.0	3.0	7.5	5.8	42.7	41

Chutes maximales de neige (en centimètres).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.
Sentier	5 le 20	10 le 13	7 le 25	7 le 7	—	—	—	—	—	8 le 27	11 le 9	16 le 16
Carroz.	10 le 29	12 le 15	15 le 25	4 le 12	—	—	—	? le 31	? le 1	—	—	—
C. Capt.	—	—	24 le 25	—	—	—	—	6 le 31	—	—	—	—
P. Mines	35 le 22	30 le 13	20 le 25	25 le 8	—	—	—	—	—	—	12 le 7	15 le 16
Mouthe	5 le 21 5 le 29	10 le 13	10 le 6	10 le 7 » le 11	—	—	—	—	—	5 le 24	5 le 9	10 le 16

Le 31 mars, entendu à Mouthe un coup de tonnerre à 1 h. 35 m. après midi. Nuages orageux du SW-NE.

Le 31 août, au Chalet Capt, neige de 10 h. 30 m. matin à 2 h. 45 m. après midi.

Nombre de jours avec vents du nord (NW, N, NE).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Total	Moy.
Sentier. .	7	12	6	7	9	8	9	5	14	17	9	9	112	9.3
Carroz . .	12	20	8	9	8	8	7	5	20	16	12	22	147	12.2
Pont. . .	4	25	22	15	12	13	15	6	25	20	15	28	200	16.7
C. Capt. .	10	20	8	3	9	12	10	5	18	17	7	22	141	11.8
P. Mines .	8	20	8	4	10	9	6	5	16	15	15	26	142	11.9
Mouthe .	3	6	3	4	3	3	10	3	10	6	6	3	60	5.0
Total . .	44	103	55	42	50	53	57	29	103	91	64	110	802	66.9
Moyennes.	7.3	17.1	9.1	7	8.3	8.8	9.5	4.8	17.1	15.1	10.7	18,3	133.7	11.1

Moyenne : 11.1 jours par mois.

Nombre de jours avec vents du sud (SW, S, SE).

Sentier. .	14	4	10	13	11	18	19	23	10	14	10	9	155	12.9
Carroz . .	17	7	22	18	11	21	19	26	10	15	18	9	193	16.0
Pont. . .	27	3	9	15	19	17	16	26	5	11	15	3	166	13.8
C. Capt. .	20	7	23	26	22	18	20	26	12	14	23	9	220	18.3
P. Mines .	26	8	23	10	21	21	25	26	4	16	15	5	200	16.7
Mouthe .	17	4	16	12	13	18	20	17	7	13	14	6	157	13.0
Total . .	121	33	103	94	97	113	119	144	48	83	95	41	1091	90.7
Moyennes.	20	5.5	17.1	15.7	16.1	18.8	19.8	24	8	18.8	15.8	6.8	181.8	15.1

Moyenne : 15.1 jours par mois.

Aspects du ciel (serein, demi-couvert, couvert).

	Janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Sept.			Octobre			Nov.			Déc.			Total			Moy.		
	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c	s	dc	c
Sentier	10	9	12	11	10	7	10	18	3	4	14	12	2	17	12	7	18	5	6	19	16	10	10	11	18	7	5	11	8	12	2	9	19	7	8	16	98	147	130	8	12	11
Carroz	9	10	12	9	11	8	9	14	8	2	16	12	2	19	10	4	18	8	4	17	9	5	16	11	12	13	5	16	14	11	6	5	19	4	11	16	82	164	129	7	14	10
Pont	19	—	12	17	5	6	16	8	7	14	12	4	18	7	6	20	3	7	16	10	5	16	11	4	22	5	3	20	8	3	10	13	7	20	10	1	208	92	65	17	8	5
C. Capt	9	7	15	15	8	5	11	8	12	2	16	12	2	19	10	7	13	10	9	8	14	8	11	12	15	6	9	15	5	11	9	7	14	10	11	10	112	119	134	9	9	11
P. Mines	12	7	12	15	6	7	9	12	10	6	10	14	4	13	14	8	7	15	6	7	18	6	15	10	15	6	9	14	9	8	3	9	18	13	11	7	111	112	142	9	9	12
Mouthe	12	3	16	15	5	8	12	6	13	12	4	14	4	14	13	8	8	14	10	5	16	7	11	13	17	5	8	14	4	13	4	5	21	18	3	10	133	73	159	11	6	13
Total	71	36	79	82	45	41	67	66	53	40	72	68	32	89	65	54	67	59	51	66	78	52	74	61	99	42	39	90	48	58	34	48	98	72	54	60	744	707	759	61	58	62
Moyennes	12	6	13	13	7	7	11	11	9	7	12	11	5	15	11	9	11	10	9	10	13	9	12	10	16	7	6	15	8	9	6	8	16	12	9	10	124	118	126.5	10	9	10

Nébulosité moyenne.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Total	Moy.
Sentier. .	5.37	4.26	4.40	6.22	7.47	4.92	5.6	5.7	3.3	5.2	8.06	7.00	67.50	5.63
Mouthe. .	5.93	4.14	5.4	5.5	6.35	6.10	6.2	5.4	3.8	4.4	8.6	4.0	65.82	5.49

Jours à orage.

Sentier. .	—	—	—	1	6	3	6	14	1	1	—	—	32	
C. Capt. .	—	—	—	2	9	2	2	11	1	—	—	—	27	
P. Mines .	—	—	—	1	10	4	6	13	1	1	—	—	33	
Mouthe .	—	—	tonnerre	2	8	2	2	5[1]	1	1	—	—	21[1]	
Total . .	—	—	—	3	13	5	8	19	1	1	50 orages en 44 jours.			

	Orages avant midi :	Orages après-midi :	Total :
Sentier	10	27	37
C. Capt	6	21	27
P. Mines	6	30	36
Mouthe	4	16	20

[1] Ces chiffres sont trop faibles, car le 23 août l'observateur signale une *série d'orages* sans préciser davantage.

1° Versant Est (année météorologique).

	Pluie en millimètres.							Nombre de jours.					
	Hiver	Print.	Eté	Aut.	1er mi-an	2e mi-an	Total	Hiv.	Print.	Eté	Aut.	Total	
Sentier . . .	234.5	382.5	514.5	437.0	617.0	951.5	1568.5	26	45	55	40	166	
Carroz . . .	240.0	478.0	663.0	449.0	718.0	1112.0	1830.0	22	38	53	33	146	Moy. jour.: 5.63
Pont	413.0	633.0	857.0	757.0	1046.0	1614.0	2660.0	24	45	43	40	152	Chute moy.: 13.10
C. Capt . . .	349.0	491.0	722.0	493.5	840.0	1215.5	2055.5	22	37	55	38	152	
P. Mines . .	305.0	499.5	758.0	466.5	804.5	1224.5	2029.0	25	47	58	28	158	
Total. . . .	1541.5	2484.0	3514.5	2603.0	4025.5	6117.5	10143.0	119	212	264	179	774	
Moyenne . .	308.3	496.8	702.9	520.6	805.1	1223.5	2028.6	24	42	53	35	154.8	
Moy. journ. .	3.42	5.92	7.70	5.78	4.46	6.79	5.63						
Chute moy. .	12.94	11.71	13.31	14.54	12.16	13.72	13.10						

2° Versant Ouest.

C. Capt . . .	349.0	491.0	722.0	493.5	840.0	1215.5	2055.5	22	37	55	38	152	Moy. jour.: 5.36
P. Mines . .	305.0	499.5	758.0	466.5	804.5	1224.5	2029.0	25	47	58	28	158	Chute moy.: 11.83
Mouthe . . .	228.0	438.0	557.5	562.5	666.0	1120.0	1786.0	32	51	61	42	186	
Total. . . .	882.0	1428.5	2037.5	1522.5	2310.5	3560.0	5870.5	79	135	174	108	496	
Moyenne . .	294.0	476.2	679.2	507.2	770.2	1186.7	1956.8	26	45	58	36	165	
Moy. journ. .	3.22	5.21	7.44	5.56	4.22	6.50	5.36						
Chute moy. .	11.16	10.58	11.71	14.09	10.80	12.62	11.83						

a) **Stations des Vallées.**

	Pluie.							Nombre de jours.					
	Hiver	Print.	Eté	Aut.	1er mi-an	2e mi-an.	Total	Hiv.	Print.	Eté	Aut.	Total	
Sentier . . .	234.5	382.5	514.5	437.0	617.0	951.5	1568.5	26	45	55	40	166	
Pont	413.0	633.0	857.0	757.0	1046.0	1614.0	2660.0	24	45	43	40	152	Moy. jour.: 5.37
Carroz . . .	240.0	478.0	663.0	449.0	718.0	1112.0	1830.0	22	38	53	33	146	Chute moy.: 10.50
Mouthe . . .	228.0	438.0	557.5	562.5	666.0	1120.0	1786.0	32	51	61	42	186	
Total. . . .	1115.5	1931.5	2592.0	2205.5	3047.0	4797.5	7844.5	104	179	212	155	650	
Moyenne . .	278.9	482.9	648.0	551.4	761.7	1199.4	1961.1	35	59	71	52	216	
Moy. journ. .	3.12	5.28	6.42	5.35	4.17	6.57	5.37						
Chute moy. .	10.72	10.79	12.22	14.23	10.76	13.07	12.07						

b) **Stations forestières.**

P. Mines . .	305.0	499.5	758.0	466.5	804.5	1224.5	2029.0	25	47	58	28	158	Moy. jour.: 5.59
C. Capt . . .	349.0	491.0	722.0	493.5	840.0	1215.5	2055.5	22	37	55	38	152	Chute moy.: 13.17
Total. . . .	654.0	990.5	1480.0	960.0	1644.5	2440.0	4084.5	47	84	113	66	310	
Moyenne . .	327.0	495.2	740.0	480.0	822.2	1220.0	2042.2	23	42	56	33	155	
Moy. journ. .	3.58	5.42	8.10	5.28	4.50	6.68	5.59						
Chute moy. .	13.91	11.79	13.10	14.54	12.55	13.63	13.17						

Pression atmosphérique.

Tableau des moyennes et extrêmes mensuelles et annuelles et des oscillations de la pression atmosphérique à 0°. — Baromètre observé à 8 h. du matin, au Sentier (Chez-le-Maître), altitude 1024 m. environ.

1890	Moyenne mm.	Maximum mm.	Minimum mm.	Oscillations mm.
Janvier. .	679.7	691.8 le 7	667.2 le 22	24.6
Février. .	676.8	682.1 » 24	671.3 » 12	10.8
Mars . .	674.2	686.2 » 11	660.9 » 19	25.3
Avril . .	672.06	681.0 » 22	661.2 » 17	19.8
Mai . . .	672.0	680.9 » 30	664.1 » 12	16.8
Juin . . .	679.6	682.4 » 15	674.9 » 13	7.5
Juillet . .	676.1	682.1 » 23	670.0 » 1	12.1
Août . .	677.1	683.9 » 22	670.5 » 25	13.4
Septembre	681.8	689.7 » 27	678.3 » 22	11.4
Octobre .	678.7	685.9 » 13	669.8 » 27	16.1
Novembre.	673.6	686.5 » 20	664.2 » 7	22.3
Décembre.	672.7	678.9 » 31	665.2 » 3	13.7

Moyenne annuelle: 676.2. Minimum absolu: 660.9 le 19 mars. Maximum absolu : 691.8 le 7 janvier. Oscillation absolue : 30.9 mm.

Mois au-dessus de la moyenne :

Septembre, Janvier, Juin, Octobre, Août.

Mois au-dessous :

Mars, Novembre, Décembre, Avril, Mai.

Mois moyens :

Février, Juillet

Températures moyennes et extrêmes, mensuelles et annuelles, au SENTIER.

	Janvier	Février	Mars.	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Moy.
Moyenne. .	— 2.16	— 6.06	— 1.16	+ 3.27	8.84	9.63	11.20	12.20	9.59	2.68	— 0.95	—10.34	3.40
Minimum .	— 7.15	—12.53	— 6.90	— 2.03	+ 3.48	4.15	5.76	7.15	3.92	— 3.02	— 4.05	— 15.0	—2.19
Maximum .	+ 3.08	+ 1.10	5.45	8.58	14.21	15.84	17.04	18.00	15.98	9.22	2.62	— 4.2	9.00
Oscillation .	10.23	13.63	12.35	10.61	10.73	11.69	11.28	10.85	12.06	12.22	6.67	10.8	11.19
Minim. abs.	—15.5 le10	—16.8 le 2	—20.7 le 5	—11.7 le13	— 3.3 le 4	— 3.5 le16	+ 0.5 le 8	+ 0.8 le15	— 2.0 le 4	—14.0 le30	—16.8 le30	—25.8 le16	
Maxim. »	+ 7.2 » 5	7.0 » 22	17.8 » 30	16.8 » 3	21.0 » 23	26.5 » 26	27.0 » 15	26.7 » 1	21.4 » 30	20.0 » 14	9.2 » 16	2.0 » 5	
Oscillat. »	22.7	23.8	38.5	28.5	24.3	30.0	26.5	25.9	23.4	34.0	26.0	27.8	

Mois le plus froid, décembre, moyenne, — 10.34.
» » chaud, août, » 12.20.
} Oscillation moyenne, 22.54.

Plus haute température observée, + 27.0 le 15 juillet.
» basse » » — 25.8 le 16 décembre.
} Oscillation absolue, 52.8.

Moyenne de l'année, 3°.40.

Journée de la plus grande oscillation, 18 janvier, minimum — 14.8.
maximum 7.0
} Oscillation, 21°.8.

Année météorologique et saisons.

	Hiver.			Printemps.			Eté.			Automne.			
	Déc.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	
Moyennes maxima	— 2.9	3.08	1.10	5.45	8.58	14.21	15.84	17.04	18.00	15.98	9.22	2.62	
Minima	—10.32	—7.15	—12.53	—6.90	—2.03	3.48	4.15	5.76	7.15	3.92	—3.02	—4.05	
Moyenne	—6.42	—2.16	—6.06	—1.16	3.27	8.84	9.63	11.20	12.20	9.59	2.68	—0.95	
Maxima	+ 0.42			9.41			16.96			9.27			9.02
Minima	— 10.00			— 1.82			5.69			— 1.05			— 1.8
Moyennes	— 4.88			3.65			11.01			3.77			3.39

Températures moyennes et extrêmes, mensuelles et annuelles, à MOUTHE.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Moy.
Moy. à 7 h. m.	— 2.80	— 8.26	— 3.74	+ 0.60	7.84	3.03	4.87	10.50	6.80	— 1.35	— 3.80	— 12.30	2.36
Moyenne. .	+ 0.38	— 1.09	+ 2.11	4.[illegible]9	9.79	13.38	14.66	12.15	9.37	3.38	— 0.84	— 10.69	4.74
Minimum .	— 5.03	— 9.37	— 5.83	— 2.53	+ 3.00	10.26	10.50	5.14	1.57	— 4.14	— 5.50	— 15.74	—1.47
Maximum .	5.80	7.18	10.05	11 12	16.58	18.07	19.22	20.18	18.48	12.00	4.68	— 5.61	11.48
Oscillation .	10.11	16.55	15.88	13.65	13.58	7.81	8.72	15.04	16.91	16.14	10.18	10.10	12.95
Minim. abs.	—13.0 le 1	— 14 le 2 (1)	— 18 le 2	— 13 le 9	— 4 le 4	—4.5 le 16	—1.5 le 14	— 1 les 4 23	—5.5 le 4	— 14 le 30	— 20 le 30	— 23 le 14	
Maxim. »	12,0 » 25	16.0 » 10 26	25 » 27	18.5 » 2	23 5 » 12	27.5 » 26	30.0 » 15	28.5 » 18	23.0 » 10	23.0 » 6	12 » 16 17	11 » 2	
Oscillat. »	25,0	30.0	43.0	31.5	27.5	32.0	31.5	29.5	28.5	37.0	32.0	34.0	

Mois le plus froid, décembre, moyenne — 10.69
» » chaud, juillet, » 14.66
} Oscillation : 25°.35.

Plus haute température observée, + 30.0 le 15 juillet.
» basse » » — 23.0 le 14 décembre.
} Oscillation absol. : 53°.0.

Moyenne de l'année, 4°.74.

[1] Et les 3, 4 et 5.

Observations faites au CHALET CAPT (1349 m.).

Janvier.	Moyenne des températ. journalières observées			à 7 h. a. m.,	—0°.88,	à 1 h. ap.	+ 3°.33.
	plus basse	»	»	»	»		—10.0°, les 30 et 31.
	plus haute	»	»	»		à 1 h. ap.	10°.0, le 7.
Février.	Moyenne des	»	»	»	à 8 h. a. m.,	—6.91,	» —0.67.
	plus basse	»	»	»	»	—8.0, le 25.	
	plus haute	»	»	»	»		» 10.0, le 20.
Mars.	Moyenne des	»	»	»	à 8 h. a. m.,	—7.25,	» —0.67.
	plus basse	»	»	»	»	—20.5, le 2.	
	plus haute	»	»	»			» 8.0, les 12, 13, 14.
Mai.	Moyenne des	»	»	»	à 6 h. a. m.,	4.22,	» 11.85.
	plus basse	»	»	»	»	0.0, le 2.	
	plus haute	»	»	»			» 18.0, les 23, 24, 25.
Juin.	Moyenne des	»	»	»	à 5 h. a. m.,	6.15,	» 13.62.
	plus basse	»	»	»	»	—0.25, le 16.	
	plus haute	»	»	»			» 22.5, les 27 et 38.
Juillet.	Moyenne des	»	»	»	à 5 h. a. m.,	8.83,	» 14.75.
	plus basse	»	»	»	»	3.5, le 6.	
	plus haute	»	»	»			» 24.0, les 30 et 31.

Août.	Moyenne des	»	»	»	à 5 h. a. m.,	9.77	»	16,18.
	plus basse	»	»	»	»	2,0 le 31.		
	plus haute	»	»	»			»	26.0, le 18.
Septemb.	Moyenne des	»	»	»	à 6 h. a. m.,	5.77	»	14,41.
	plus basse	»	»	»	»	0.0 le 4.		
	plus haute	»	»	»			»	20,5, le 29.
Octobre.	Moyenne des	»	»	»	à 6 h. a. m.	1.28,	»	7.9.
	plus basse	»	»	»	»	—9.0, le 23.		
	plus haute	»	»	»			»	19, les 1, 4, 5, 6.
Novemb.	Moyenne des	»	»	»	à 7 h. a. m.,	—1.38	»	+0.55.
	plus basse	»	»	»	»	—11.0, le 27.		
	plus haute	»	»	»			»	7.0, le 16.
Décemb.	Moyenne des	»	»	»	à 7 h. a. m.,	—7.6,	»	—1.56.
	plus basse	»	»	»	»	—13.0, les 11, 12, 24.		
	plus haute	»	»	»			à 1 h. ap.	7.0, le 6.

	A Mouthe.	Au Sentier.	Au Chalet Capt.
Plus *basse* température observée . . .	—23.0 le 14 décembre.	—25.8 le 16 décembre.	—20.5 le 2 mars.
Plus *haute* température observée . . .	+30.0 le 15 juillet.	+27.0 le 15 juillet.	+26.0 le 18 août.

Nota. — Ces observations ont été faites à l'aide d'un thermomètre à mercure ordinaire, vérifié deux fois et trouvé juste. Elles ont été interrompues du 16 mars jusqu'au 30 avril. Les moyennes de mars ne concernent donc que les 15 premiers jours.

Tableau des jours de gel (minimum inférieur à 0°, *jours froids*) **et de non-dégel** (maximum non supérieur à 0°, *jours très froids*).

	Min. ≤ 0° (gel)		Max. ≤ 0° (non-dégel)			Min. ≤ 0° (gel)		Max. ≤ 0° (non-dégel)	
	Sentier.	Mouthe.	Sentier.	Mouthe.		Sentier.	Mouthe.	Sentier.	Mouthe.
Janvier .	28	24	2	0	Juillet. .	0	2	0	0
Février .	28	28	12	4	Août . .	0	3	0	0
Mars . .	29	31	5	2	Septemb.	5	13	0	0
Avril . .	22	25	1	0	Octobre .	24	26	4	0
Mai . .	6	5	0	0	Novemb.	25	30	6	3
Juin . .	4	6	0	0	Décemb.	31	31	29	21
					TOTAL.	202	218	65	30

Soit 6 $^2/_3$ mois de jours de froids et plus de 2 mois de jours très froids au Sentier; 7 $^1/_3$ mois de jours froids et 1 mois de jours très froids à Mouthe.

Au Sentier, la dernière gelée a eu lieu le 30 juin et la première le 4 septembre.

A Mouthe, il a gelé dans tous les mois de l'année.

Phénomènes périodiques.

15 mars, premières alouettes.

3 avril, premières hirondelles; disparues momentanément, elles sont de retour définitivement le 20 avril.

7 au 15 avril, débâcle des glaces du lac de Joux.

11 mai, premières feuilles du hêtre; le 15, pleine foliaison des hêtres; le 19, des marronniers; le 31, montée des vaches à la montagne.

5 juin, floraison des lilas; le 10, des sorbiers; le 17, des marronniers, des pommiers *(Chez-le-Maître)*.

16-23 juillet à la mi-août, fenaisons; quantité au-dessus de la moyenne, mais qualité médiocre.

10 septembre, moissons des seigles et orges au Chenit.

8-20 septembre, on fauche un peu de regain autour des maisons.

16 octobre, première neige.

8-9 décembre, congélation du lac de Joux.

Les avoines n'ont pas pu mûrir dans la commune du Chenit.

En somme l'année a été bonne pour l'agriculteur de la Vallée de Joux.

Conclusions.

1° L'année 1890 a été *pluvieuse*, moins cependant que 1889 de 200 mm., plus que 1888, 1887, 1865, dont nous avons les observations. Le nombre des jours où les vents du nord ont soufflé et celui des jours sereins sont plus grands. La nébulosité moyenne annuelle est à peu près constante : 5.56 en 1887, 5.87 en 1888, 5.88 en 1889 et 5.63 en 1890. L'hiver ayant été sec et clair, l'été nébuleux et pluvieux, l'année a été *froide*, plus encore que 1889.

2° Septembre, février et mars ont été les beaux mois; décembre a été sec, sombre et froid.

3° Août, juillet, mai, novembre ont été très pluvieux, venteux et sombres.

4° Avril se rapproche de la moyenne.

5° Il y a eu 5 mois sans neige au Sentier et à Mouthe; 3 au Risoux. Il a gelé dans tous les mois de l'année, sauf en juillet et en août.

6° La forêt du Risoux reçoit toujours plus d'eau que les vallées (314 mm. de plus), en faisant cependant abstraction de la station du Pont.

Températures journalières maximales

	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai	
	m	mx	m	mx	m	mx	m	mx	m	mx
1	— 9.6	4.5	— 9.8	—3.5	—14.0	—5.0	—2.6	8.8	1.9	10.5
2	— 3.5	1.3	—16.8	— 0.2	—17.0	—5.5	—4.8	14.7	—2.3	10.5
3	—10.5	1.0	—15.2	0.0	—16.0	—7.0	—3.6	16.8	2.5	12.9
4	— 5.9	2.8	—15.0	2.2	—20.0	1.0	0.1	9.0	—3.3	15.4
5	— 3.7	7.2	—12.3	1.3	—20.7	—2.8	—4.5	5.5	2.3	11.9
6	— 8.3	4.0	—14.2	0.5	—18.7	—2.0	—6.0	4.8	—3.0	15.2
7	—11.2	3.5	—13.3	—6.0	— 3.4	2.3	—4.7	10.5	0.0	15.0
8	—12.8	2.5	— 7.0	—1.0	— 6.7	4.5	—0.5	3.3	4.5	11.5
9	—15.2	0.5	—11.7	—1.0	— 4.3	2.4	—4.8	—0.3	4.0	13.5
10	—15.5	2.5	—13.5	4.5	—14.4	1.0	—3.3	3.8	5.1	12.5
11	—11.2	1.5	— 8.5	—3.5	—11.4	6.3	—3.3	4.0	5.1	14.0
12	— 4.2	1.5	—11.0	—4.0	— 5.0	8.5	—2.9	3.8	5.5	19.8
13	— 8.0	4.0	— 7.9	—0.5	— 5.0	8.5	—11.7	6.0	5.0	7.0
14	— 7.6	6.3	— 6.0	5.0	— 2.3	9.3	—4.2	11.0	3.8	7.9
15	—10.2	4.3	—11.5	2.0	— 0.2	9.0	—3.2	12.0	2.0	11.5
16	—13.7	2.5	— 2.0	5.0	— 1.8	8.3	—2.0	13.0	—0.5	19.5
17	—13.5	3.5	— 6.0	5.6	— 1.2	1.3	—3.0	10.0	3.4	19.0
18	—14.8	7.0	—14.5	6.0	— 2.2	4.8	—0.8	6.0	7.0	18.5
19	—14.7	4.0	—15.8	4.8	— 4.1	5.0	—0.5	7.5	6.5	18.0
20	+ 1.2	2.0	—16.0	5.0	— 4.4	4.2	1.7	7.5	6.0	17.8
21	— 1.4	1.0	—15.8	3.0	— 3.6	6.3	2.3	11.5	6.6	9.0
22	— 3.0	3.8	—14.3	7.0	— 5.6	6.1	—4.3	14.5	6.7	16.8
23	— 0.2	6.0	—	—	— 2.5	6.2	5.3	8.5	9.5	21.0
24	0.0	3.0	—16.0	1.0	0.0	5.8	1.5	8.5	4.1	19.8
25	+ 0.3	6.5	—12.2	—2.7	0.9	2.3	4.0	10.5	3.4	16.2
26	— 1.1	1.5	—10.8	4.0	0.3	8.0	—0.4	5.8	3.7	14.0
27	— 4.7	3.0	—14.8	—1.5	— 5.5	12.2	—3.0	8.2	7.0	12.0
28	+ 0.5	5.3	—16.4	—3.5	— 4.2	17.5	0.6	4.5	7.4	17.4
29	— 1.7	5.0	—	—	— 3.5	16.3	—5.0	8.8	7.6	7.5
30	— 6.7	—3.0	—	—	— 4.1	17.8	—3.4	11.8	—1.2	12.4
31	—10.8	—3.0	—	—	— 3.2	16.5	—	—	4.5	12.5
Moy.	—7.15	3.08	—12.53	1.1	— 6.9	5.45	—2.3	8.58	3.48	14.21

et minimales. (Station *Chez-le-Maître.*)

Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
m	mx	m	mx	m	mx	m	mx	m	mx	m	mx	m	mx
4.4	13.4	3.7	12.0	4.8	26.7	3.0	7.0	3.2	19.0	—8.5	3.8	—18.7	—6.0
0.3	14.5	6.6	11.5	9.7	23.8	3.8	10.5	6.2	12.2	1.6	6.4	—11.7	0.0
—0.2	18.5	7.0	12.8	7.2	16.0	3.3	12.0	—1.8	15.5	0.2	3.2	—11.8	—1.0
2.3	18.5	8.8	18.0	4.0	16.0	—2.0	13.0	—3.0	18.8	1.1	5.0	—11.0	0.7
2.0	18.0	4.8	—	8.8	12.5	1.5	13.0	—4.0	19,3	0.1	4.0	— 8.8	2.0
3.0	16.5	—	13.3	9.6	13.0	6.5	15.8	—3.5	20.0	—0.1	2.0	—13.0	—3.4
9.5	12.0	4.4	10.3	7.5	20.5	8,1	18.3	—2.7	16.0	—5.5	1.5	—10.3	—3.7
2.9	16.5	0.5	12.3	6.8	21.3	6.5	14.0	-2.0	13.0	—2.0	3.0	— 9.6	—2.0
6.7	16.3	6.1	17.8	6.3	21.5	5.7	16.2	2.1	10.8	—7.0	0.8	—16.6	—3.1
0.5	20.5	13.0	12.7	7.5	25.0	7.0	20.7	—1.0	14.5	—5.5	0.9	—21.1	-5.0
8.0	12.3	11.1	13.3	12.8	25.0	1.1	20.0	—2.5	12.0	—4.3	1.3	—20.9	—5.0
4.0	8.8	6.6	8.0	12.8	18.3	2.5	19.0	—2.8	18.0	—4.0	1.2	—18.9	—8.0
4.0	7.0	6.0	15.0	12.2	19.5	4.0	12.8	—	18.9	—4.9	2.3	—12.4	—8.8
3.0	10.0	0.5	22.0	10.0	14.0	3.0	15.3	—5.0	19.9	—5.8	5.0	—17.5	—10.6
5.2	9.2	3.0	27.0	0.8	18.0	-0.7	18.3	—4.8	11.9	0.2	7.0	—25.7	—9.8
—3.5	13.5	12.0	23.5	2.6	22.5	—0.7	19.0	0.0	8.0	--3.4	9.2	—25.8	—3.0
—1.4	18.0	7.1	26.5	4.1	26.0	3.0	18.2	0.0	1.8	—3.6	8.9	—20.1	—3.2
4.5	12.5	11.4	16.5	9.7	20.0	3.0	15.0	1.0	3.0	—3.5	8.8	— 9.6	—6.0
2.5	16.0	8.5	13.8	14.5	25.7	6.7	16.0	0 0	2.3	-1.8	5.0	—15.0	—2.2
2.0	21.0	8.5	10.8	11.5	14.0	9.7	14.0	0.3	6.0	—2.9	7.8	—16.8	—4.3
0.7	22.8	5.8	12.0	5.5	19.5	8.5	16.5	-5.4	6.4	—0.2	8.8	—19.0	—4.0
7.3	18.0	3.0	17.7	5.1	17.7	9.7	16.7	—5.2	0.2	—0.4	1.0	—11.8	—4.5
8.5	15.0	6.0	15.0	1.8	22.0	7.1	13.0	—5.2	0.8	—2.3	5.0	— 8.8	—5.0
2.0	21.0	3.0	22.0	7.2	15.0	7.8	9.4	-5.8	0.8	—0.3	6.3	— 7.8	—6.2
2.5	23.5	4.8	18.0	6.0	10.5	7.3	12.5	—3.2	3.0	—2.3	2.0	— 7.8	—6.2
4.5	26.5	3.5	19.5	2.5	12.8	2.2	14.2	1.0	6.0	—5.2	-4.2	—14.2	—5.5
9.2	20.3	5.5	19.8	7.1	18.5	1.2	17.5	—2.0	—1.0	—11.5	—8.0	—18.0	—4.5
12.7	12.0	4.0	22.8	5.0	13.8	—0.2	19.7	—10.2	—3.0	—11.5	—10.5	—18.5	—5.5
8.9	10.0	7.8	20.0	5.8	8.8	—1.5	20.5	—10.4	0,0	—11.3	-4.5	—17.0	—5.0
—1.4	13.0	6.4	22.0	5.6	12.2	0.7	21.4	—14.0	4.8	—16.8	-0.5	—11.0	—0.3
—	—	3.5	25.3	6.9	8.0	—	—	—13.0	7.3	—	—	—15.8	—1.3
4.15	15.84	5.76	17.04	7.15	18.0	3.92	15.98	—3.02	9.22	—4.05	2.62	—15.0	—4.2

EXPLICATION DES PLANCHES

Première planche. Fig. 1. — Courbes comparatives des *quantités mensuelles de l'eau* tombée dans les 6 stations; les lignes horizontales représentent les hauteurs annuelles de chacune des stations et la moyenne de toutes.

Fig. 2. — *Fréquence des jours avec vent* (SE, S, SW) ou avec *bise* (NW, N, NE) comparée au nombre de *jours à ciel serein* ou *couvert.*

Fig. 3. *Moyennes mensuelles et annuelles* de la *nébulosité* au Sentier et à Mouthe.

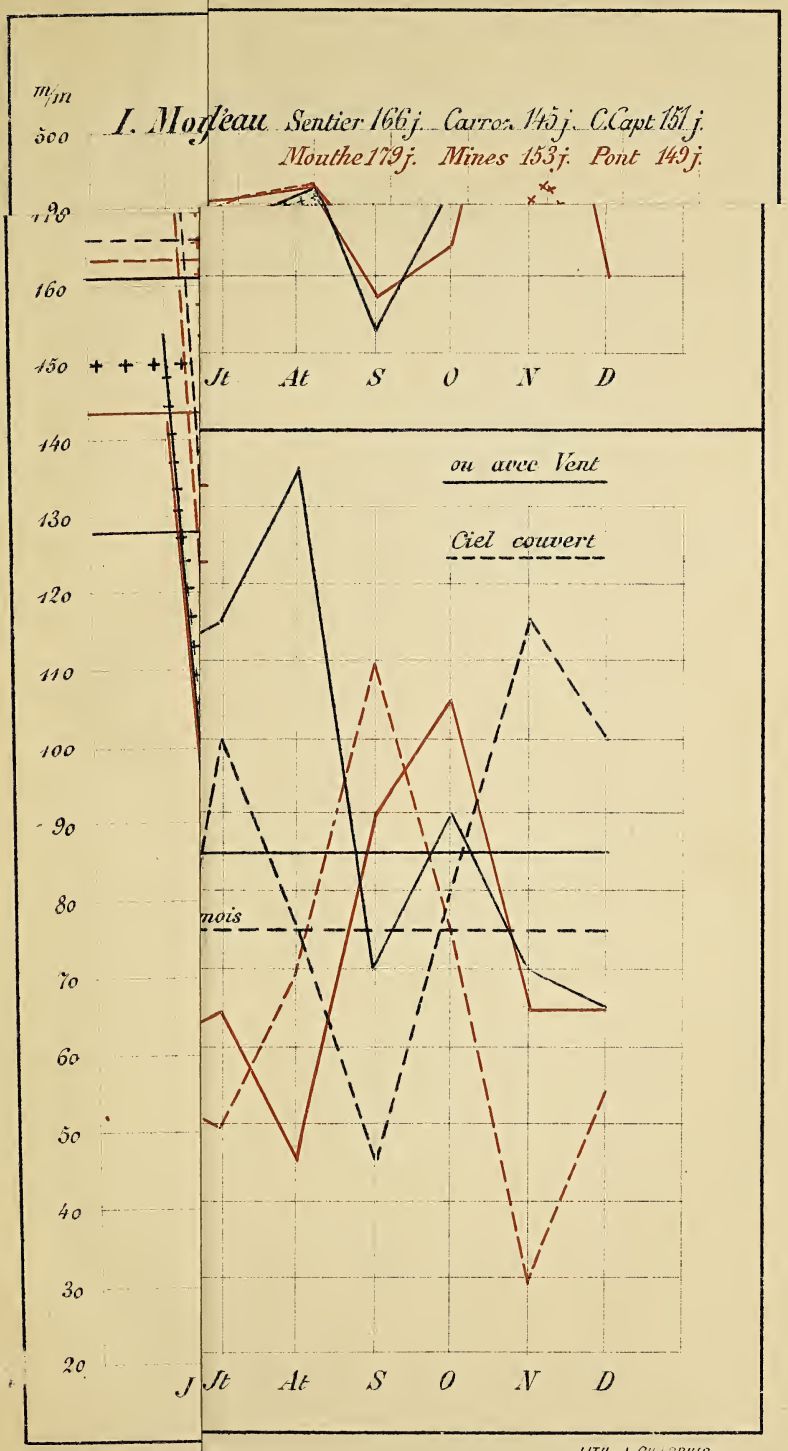
Fig. 4. — Courbes comparatives de la moyenne journalière et de la chute moyenne de l'eau tombée à l'est et à l'ouest de la chaîne du Risoux.

Fig. 5. — Comparaison entre les *mêmes quantités* pour les stations de forêts et celles de vallées.

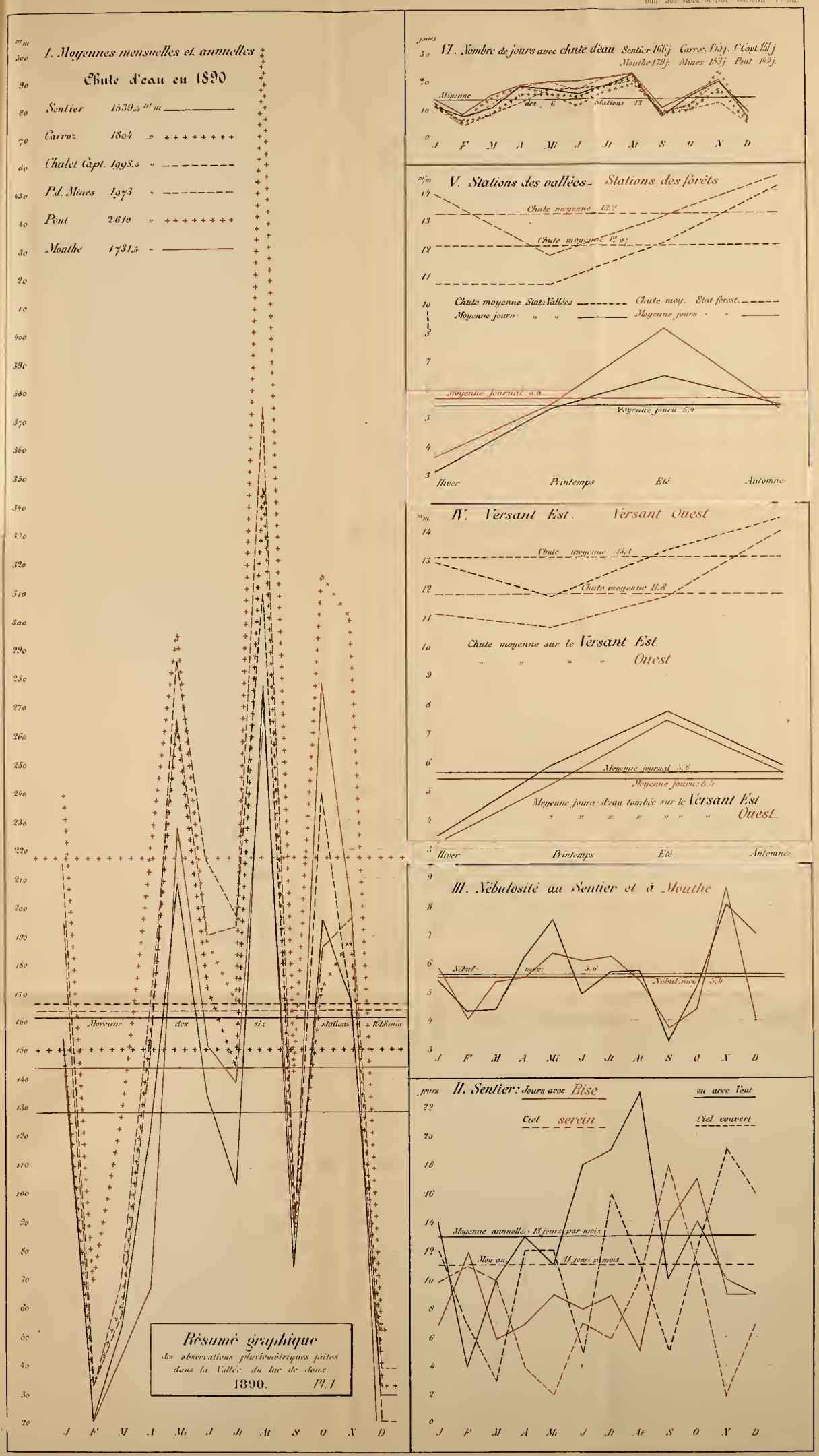
Fig. 6. — Courbes des nombres de *jours* par mois avec *chute de pluie* ou de *neige.*

Seconde planche. – Comparaison des observations journalières faites à la station du Sentier ; de haut en bas, courbe barométrique, marche de la nébulosité, variations thermiques maximales et minimales, quantités d'eau tombée et périodes pluvieuses.

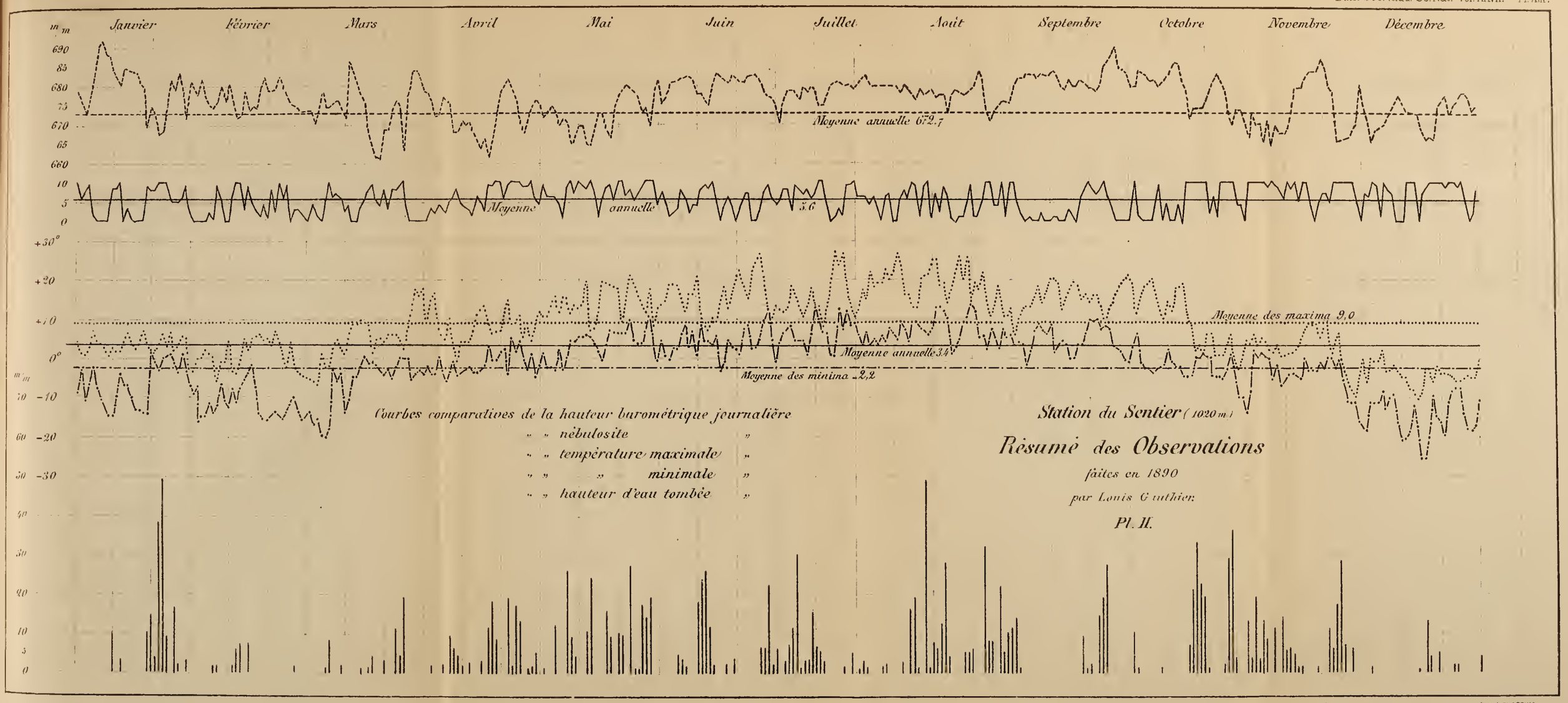
(Voir précédents résumés, Bull. XXIV, 98; XXV, 100; XXVI, 102.)



LITH. J. CHARPUIS


I. Moyennes mensuelles et annuelles
Chute d'eau en 1890
Sentier 1539,5 m/m
Carroz 1804 "
Chalet Capt. 1993,5 "
P.d. Mines 1973 "
Pont 2610 "
Mouthe 1731,5 "
Moyenne des six stations 161,8 m/m
Résumé graphique
des observations pluviométriques faites dans la Vallée du lac de Joux
1890. Pl. I
VI. Nombre de jours avec chute d'eau
Sentier 166 j. Carroz 140 j. C. Capt. 151 j.
Mouthe 179 j. Mines 153 j. Pont 149 j.
Moyenne des 6 Stations 13
V. Stations des vallées – Stations des forêts
Chute moyenne 13,2
Chute moyenne 12,07
Chute moyenne Stat. Vallées
Moyenne journ. " "
Chute moy. Stat. forest.
Moyenne journ. " "
Moyenne journal 5,6
Moyenne journ. 5,4
Hiver
Printemps
Eté
Automne
IV. Versant Est. Versant Ouest
Chute moyenne 13,1
Chute moyenne 11,8
Chute moyenne sur le Versant Est
" " " " Ouest
Moyenne journal 5,6
Moyenne journ. 5,4
Moyenne journ. d'eau tombée sur le Versant Est
" " " " " " " Ouest
Hiver
Printemps
Eté
Automne
III. Nébulosité au Sentier et à Mouthe
Nébul. moy. 5,6
Nébul. moy. 5,4
II. Sentier: Jours avec Bise
ou avec Vent
Ciel serein
Ciel couvert
Moyenne annuelle 18 jours par mois
Moy. an. 11 jours p. mois
J F M A Mi J Jt At S O N D

annu
yenne
m/m 2,2
70
60
50
40
30
20
10
5
0



LITH. J. CHAPPUIS

THÉORIE DES CARRÉS MAGIQUES

PAR

Paul MAYOR.

(Pl. XIV, fig. 1-16.)

Les carrés magiques sont des tableaux composés de cases disposées en carré, dans chacune desquelles on inscrit un chiffre de la série 1, 2, 3, 4, etc., de manière à ce que les sommes des chiffres, soit des colonnes horizontales ou verticales, soit des diagonales, soient toutes égales entre elles. Aucun chiffre ne doit paraître plus d'une fois dans un carré.

On désigne les carrés magiques d'après le nombre de cases qu'il y a dans une des colonnes. Le carré de n aura donc n cases par colonne, un nombre total de n^2 cases, le nombre des colonnes, y compris les diagonales, sera de $2(n+1)$ et la somme commune, aux unes et aux autres, sera égale à $\frac{(n^3+n)}{2}$. Le carré de 5 (fig. 1), par exemple, aura 25 cases, et l'addition des chiffres dans chaque colonne donnera un total de $\frac{5^3+5}{2} = 65$.

Il y a trois classes de ces carrés : Les « impairs », ce sont ceux de 1, de 3, de 5, de 7, de 9, etc. ; les « pairs », ce sont ceux de 6, de 10, de 14, de 18, etc. ; les « doubles pairs », ce sont ceux de 4, de 8, de 12, de 16, de 20, etc.

Nous voulons indiquer une méthode qui permettra de construire toute espèce de carrés magiques et de saisir, en même temps, très facilement le pourquoi de leur construction.

En premier lieu, on numérotera les cases, de la manière indiquée dans le tableau figure 2. D'après cette disposition, dans tous les carrés, la somme des chiffres de chacune des diagonales *d, d,* et dans les carrés impairs la somme des chiffres de chacune des colonnes du milieu *c, c,* donne le résultat demandé dans un carré magique. Les chiffres augmenteront aussi de valeur d'une case à l'autre, partout, dans le sens de gauche à droite, de haut en bas et suivant la direction de chacune des diagonales, d'une quantité toujours égale. Cet accroissement est de un dans les colonnes horizontales et d'un nombre égal à celui du chiffre

du carré dans les colonnes verticales. La somme des chiffres de chacune des colonnes horizontales et verticales augmentera aussi d'une colonne à l'autre d'une quantité constante. Dans le tableau figure 3, cette augmentation est de 6 pour les colonnes verticales, de 36 pour les horizontales et d'une manière générale de n et de n^2 réciproquement dans ces deux derniers cas. Ensuite, la moyenne des totaux de deux colonnes quelconques a et a', b et b', d et d', f et f', etc., situées symétriquement l'une par rapport à l'autre, donnera partout le même résultat, qui sera la somme commune demandée. Ceci est si facile à voir par inspection, ou à démontrer par l'arithmétique ou l'algèbre, que nous croyons inutile d'en faire la démonstration. On obtiendra cette moyenne, dans les carrés, en opérant la transposition réciproque de la moitié des chiffres de chacune des colonnes dans sa symétrique. Si en faisant cette opération, on ne changeait rien au total des diagonales et, dans les carrés impairs, au total des colonnes centrales, on aurait un carré magique, formé suivant toutes les règles. Pour ne rien changer à ce total, il faut que les transpositions des chiffres des diagonales et des centrales ne soient jamais faites autrement que par paires et symétriquement. Par exemple, si dans le tableau ci-dessus on a à transposer 36 avec 6, il faut en même temps transposer 31 avec 1. De même on ne transposera pas 26 avec 29, sans transposer aussi 8 avec 11. Les chiffres transposés ainsi par paires et symétriquement, pourvu qu'ils ne soient pas situés sur les diagonales ou sur les colonnes centrales, pourront au besoin servir à une nouvelle transposition, ce qui n'est pas le cas pour les chiffres transposés isolément. Par exemple, après avoir effectué ces dernières transpositions par paire, on pourra de nouveau, si cela est nécessaire, transposer 1 et 6, 31 et 36, 26 et 8 et 29 et 11. Mais si on avait effectué, par exemple, la transposition de 32 avec 2, isolément, on ne pourrait former le carré magique, au moins d'après notre méthode, si on faisait une nouvelle transposition de 32 avec 5 et de 35 avec 2.

Il y aura donc trois espèces de transpositions de chiffres, les transpositions verticales, horizontales et verticales-horizontales ou doubles. Ces diverses transpositions équivalent à inscrire les chiffres transposés dans les cases en comptant, dans le premier cas de gauche à droite, en commençant par les cases du bas, dans le second cas de droite à gauche, en commençant par les cases supérieures, et dans le dernier cas, en sens inverse du nu-

mérotage primitif. Un trait vertical, figure 4, dans une case, indiquera que le chiffre qui incombe à cette case, de par la numérotation primitive, devra être transposé verticalement ; un trait horizontal indiquera une transposition horizontale et une croix une double transposition. Le carré magique de 4, figure 5, est la traduction du carré figure 4, les chiffres 1 et 16, 4 et 13 permutent par double transposition ; les chiffres 14 et 15, 2 et 3 par transposition horizontale ; les chiffres 5 et 9, 8 et 12 par transposition verticale ; les chiffres 6, 7, 10 et 11 restent en place. Il y a donc eu ici 2 doubles transpositions, 4 transpositions simples, ce qui équivaut à un total de 8 transpositions ou de 16 chiffres transposés.

Nous donnons encore ci-dessous, figures 6, 7, 8 et 9, quatre carrés de 4, tous différents les uns des autres.

La règle générale, pour construire les carrés magiques, est donc de numéroter les cases toujours suivant le même sens, de faire permuter la moitié des chiffres de chaque colonne avec le même nombre de chiffres de la symétrique, de faire les transpositions sur les diagonales par paires et symétriquement, enfin de ne pas transposer une seconde fois les chiffres qui l'o t été déjà isolément.

Nous donnons, figures 10 et 11, deux spécimens du carré de 8. Les figures 12 et 13 représentent deux carrés pairs, l'un de 10, l'autre de 6. Dans les cases n°s 3, 13, 18 et 33 de ce dernier, les signes indiquent une seconde transposition des chiffres, après une première double transposition.

On voit d'un seul coup d'œil que les tableaux 6-12 deviendraient des carrés magiques, si on remplaçait les signes par les chiffres, parce que ces signes indiquent que la moitié des chiffres de chacune des colonnes doit permuter entre symétriques et que, sur les diagonales, les transpositions des chiffres doivent s'effectuer par paire et symétriquement.

Dans les carrés impairs, de 3, 5, 7, 9, etc., il y a, d'après la règle, à faire 1 $^1/_2$, 2 $^1/_2$, 3 $^1/_2$, 4 $^1/_2$, etc., transpositions de chiffres dans chaque colonne. Les transpositions entières s'effectuent de la même manière que dans les autres carrés, mais les demi-transpositions se font par l'échange des chiffres des colonnes centrales avec les chiffres des autres colonnes. De même que sur les diagonales et pour les mêmes raisons, ces demi-transpositions doivent être faites par paires et symétriquement par rapport au centre du carré.

Nous indiquerons le signe de la demi-transposition par un trait, accompagné d'un point placé de manière à montrer dans quel sens doit se faire la permutation des chiffres. Dans le carré de 5, figure 14, il y a quatre demi-permutations horizontales, ce sont celles des chiffres 3 et 4, 6 et 8, 18 et 20 et 22 et 23, ainsi que quatre demi-permutations verticales, celle des chiffres 16 et 11, 2 et 12, 14 et 24 et 10 et 15. Le carré figure 14 donne le carré figure 1.

On obtient des variations multiples des carrés magiques, en faisant permuter les colonnes entre elles, avant ou après la formation des carrés. Dans le premier cas, quel que soit le carré, et dans le second cas, lorsqu'il s'agit des carrés doubles-pairs et impairs, la seule condition voulue est que cette opération s'effectue symétriquement par rapport à l'un des axes du carré. Ainsi pour former de nouveaux carrés, d'après celui qui est donné figure 11, on ferait permuter les colonnes : a avec a', g avec g', b avec b' en même temps que b' et c, f' et h en même temps que f et h', etc.; suivant toutes les combinaisons permises, une seule ou plusieurs à la fois et suivant l'ordre qu'on voudra.

Dans les carrés pairs, on ne doit faire permuter entre elles que les colonnes symétriques, par exemple, figure 13, a et a', b et b', d et d', etc. Autrement on amènerait, sur les diagonales, des chiffres qui auparavant auraient été transposés isolement.

Nous terminons ce sujet en donnant un exemple de ce que nous nommerons le cube magique, fig. 15 et 16. Il s'agit de former six carrés magiques équivalents, un carré pour chacune des faces du cube. Dans ce cas nous avons choisi le carré de 5. Le plus petit chiffre est 1, le plus grand 158, la somme commune aux 60 colonnes et aux douze diagonales est de 390. Il s'agit de ne pas dépasser ces chiffres, c'est-à-dire de choisir, dans la série 1-158, 150 chiffres, pour former le cube magique de manière à ce que le total commun aux colonnes ne soit pas supérieur à 390. C'est un problème dont la solution présente quelques difficultés; nous le donnons à résoudre à ceux que la question intéresse.

a
a'

Fig. 1.

25	12	4	3	21
8	19	6	17	15
16	2	13	24	10
11	9	20	7	18
5	23	22	14	1

Fig. 2.

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Fig. 3.

	a	b	c	c'	b'	a'	
d	1	2	3	4	5	6	21
e	7	8	9	10	11	12	57
f	13	14	15	16	17	18	93
f'	19	20	21	22	23	24	129
e'	25	26	27	28	29	30	165
d'	31	32	33	34	35	36	201
	96	102	108	114	120	126	

Fig. 4.

1 +	2 —	3 —	4 +
5 |	6	7	8 |
9 |	10	11	12 |
13 +	14 —	15 —	16 +

Fig. 5.

16	3	2	13
9	6	7	12
5	10	11	8
4	15	14	1

Fig. 6.

+			+
	+	+	
	+	+	
+			+

Fig. 7

|	—	—	|
—	|	|	—
—	|	|	—
|	—	—	|

Fig. 8.

	+	+	
—	|	|	—
—	|	|	—
	+	+	

Fig. 9.

	+	+	
|	—	—	|
|	—	—	|
	+	+	

Fig. 10.

+	+					+	+
+	+					+	+
		+	+	+	+		
		+	+	+	+		
		+	+	+	+		
		+	+	+	+		
+	+					+	+
+	+					+	+

Fig. 11.

|	|	—	—	—	—	|	|	e
|	|	—	—	—	—	|	|	f
—	—	|	|	|	|	—	—	g
—	—	|	|	|	|	—	—	h
—	—	|	|	|	|	—	—	h'
—	—	|	|	|	|	—	—	g'
|	|	—	—	—	—	|	|	f'
|	|	—	—	—	—	|	|	e'
a	b	c	d	d'	c'	b'	a'	

Fig. 12.

+	+	—	|				—	+	+	
|	+	+	—			—	+	+		
	|	+	+	—	—	+	+			
		|	+	+	+	+				
+			|	+	+				+	
+	—		|	+	+			—	+	
—		|	+	+	+	+			—	
	|	+	+			+	+			
|	+	+					+	+		
+	+		|					+	+	

Fig. 13.

	a	b	c	c'	b'	a'
d	+	—	+|	+	—	+
e	|	+			+	
f	∓				|	∓
f'	+				|	+
e'	|	+	—	—	+	
d'	+		+|	+		+

Fig. 14.

5 +	10 —•	15 •—	20 |	25 +	
4 |	9 +	14 —•	19 +	24 •—	
3 |	8 |	13 +	18 |	23 |	
2 —|	7 +	12 •—	17 +	22 |	
1 +	6 |	11 —•	16 •—	21 +	

Fig. 15.

102	115	21	123	29	
114	31	117	110	18	
119	25	113	26	107	
33	116	109	20	112	
22	108	30	111	124	

Fig. 16.

97	3	155	36	99	
158	41	84	95	12	
94	100	13	151	32	
14	156	42	85	93	
27	90	96	23	154	

Lith. Chappuis Lausanne

SUR LE TORNADO DE LA BRETAGNE

LE 18 AOUT 1890

PAR

Ch. DUFOUR, professeur, à Morges.

Le tornado, si bien décrit par M. Gauthier, qui a éclaté sur la vallée de Joux le 19 août 1890, est quelque chose de si important, mais, heureusement, si rare dans notre pays, qu'il est bon de recueillir tous les faits relatifs à ce puissant phénomène météorologique.

On a déjà parlé du tornado de Dreux, qui a eu lieu le 18 août, c'est-à-dire vingt-quatre heures avant celui de La Vallée et qui a présenté des circonstances tout à fait analogues; il est inutile d'y revenir. Mais ce que l'on sait moins, c'est que le même jour, 18 août, un tornado pareil éclatait sur les confins de la commune de Piré (Ile-et-Vilaine). Il a ravagé en quelques minutes une zone longue de 16 kilomètres et large de 600 à 800 mètres. A quelques sinuosités près, il suivait la direction du sud-ouest au nord-est. On a très bien pu constater un mouvement giratoire, qui avait lieu en sens inverse des aiguilles d'une montre, et cette giration était assez puissante pour que, même dans la partie maniable, de gros arbres aient été brisés et déracinés.

Comme à Dreux et à La Vallée, les phénomènes électriques paraissent avoir joué un grand rôle; on a vu une multitude d'éclairs et dans les contrées voisines on jouissait, disent les témoins, d'un spectacle plus brillant que le plus beau feu d'artifice.

Des personnes qui travaillaient dans les champs ont été entourées par le feu. Le docteur Peltier a remarqué de gros nuages d'une couleur étrange qui venaient de l'ouest, et d'où tombaient comme une grêle des éclairs incessants. Un instant après, tout était bouleversé autour de sa maison; les sapins du jardin étaient rasés, un gros tilleul plié en deux. Sur sa porte, le docteur éprouva une sorte d'oppression par une forte odeur d'ozône qui le prit à la gorge, puis il se sentit soulever, non par le vent,

il n'en faisait plus, mais par une force mystérieuse qu'il pense être l'électricité. Le docteur Peltier qui, antérieurement, avait été frappé deux fois par la foudre, affirme que cette fois le phénomène était d'une autre nature, et qu'aucun coup de foudre n'a frappé sa maison et ne s'est fait entendre.

Sur tout le parcours du tornado, une multitude d'arbres ont été brisés d'une manière qui ne peut être attribuée à l'action du vent; par exemple, il s'est produit de nombreuses baguettes épaisses de $0^m.01$ et large de $0^m.02$; c'est aussi ce que nous avons vu à La Vallée.

Et comme au tornado de La Vallée, et comme à celui de Jougne en 1889, il y a eu une chute de grosse grêle dans les contrées voisines. Des grêlons comme des noix sont tombés à 2 kilomètres de distance et ont porté un grand préjudice aux récoltes.

Mais si le tornado de la Bretagne a présenté les mêmes particularités que celui de La Vallée, ce dernier avait cependant des proportions bien plus considérables. Ainsi, en Bretagne, la zone ravagée avait seulement une étendue de 16 kilomètres; il y est bien question de toitures enlevées ou endommagées, mais pas de maisons détruites. Il n'y a pas eu de personnes blessées comme à La Vallée, ou tuées comme à Saint-Claude. Les branches tombées d'une hauteur de 5 à 8 mètres étaient portées à une distance d'une vingtaine de mètres seulement.

Mais c'est une chose bien extraordinaire que ces étranges phénomènes météorologiques dans lesquels l'électricité joue un si grand rôle, qui diffèrent à un si haut degré des orages ordinaires, qui, en somme, sont si rares en Europe, et qui, dans l'espace de vingt-quatre heures, les 18 et 19 août 1890, se sont manifestés au moins sur trois points de la France et de la Suisse, en Bretagne, dans les environs de Dreux, et dans la région qui s'étend de Saint-Claude à la gare de Croy.

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1890

Compte général.

Recettes

Contributions d'entrée . . .	Fr.	50 —			
Contributions annuelles. . .	»	1699 —			
Intérêts des créances. . . .	»	3309 97			
Tirages à part payés par les auteurs.	»	11 95			
Bulletins vendus, abonnements	»	146 90			
Excéd. des dép. sur les recettes	»	516 14	Fr.	5733	96

Dépenses

Bulletin, impression, brochage, etc.			Fr.	3313 —			
Bibliothèque, achat, frais divers			»	1103 35			
Loyer			»	397 —			
Fonds de Rumine, achat de livres			»	64 95			
Frais d'administration: Impôts	Fr.	325 61					
Annonces . . .	»	89 40					
Locat. du Musée.	»	43 —					
Trait[t] et dép. div.	»	397 65	»	855 66	»	5733	96

Actif

Compte des titres en dépôts à la Banque cantonale :					
10	délégations	Desplands	Fr.	10000	—
4	»	Wyssbrod.	»	4000	—
12	»	Hôtel Gibbon	»	12000	—
2	»	Favre	»	2000	—
4	»	Hoirs Cuénod	»	4000	—
55	obligations	Suisse Occidentale.	»	27720	—
4	»	Ville de Payerne	»	2000	—
14	»	Emprunt vaudois	»	6860	—
7	»	Marais de l'Orbe	»	7000	—
1	»	Franco-Canadien	»	494	—
2	»	Commune de Vevey	»	1970	—
8	»	Soc. financ. Franco-Suisse . .	»	4040	—
Valeur des créances au 31 décembre 1890 . .			Fr.	82084	—
Intérêts dus au 31 décembre 1890			»	1109	10
Solde redu par la Banque cantonale vaudoise.			»	972	90
Espèces en caisse			»	49	24
Divers débiteurs redoivent			»	52	—
			Fr.	84267	24

Passif

Créanciers divers. Solde redu	Fr.	216	50
Capital de la Société au 31 décembre 1890. .	»	84050	74
	Fr.	84267	24

Lausanne, le 7 juillet 1891.

Le Caissier, L. Pelet.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

ATLAS DES CHAMPIGNONS

COMESTIBLES ET VÉNÉNEUX

80 planches coloriées, représentant 200 champignons communs, avec leur description et les moyens de reconnaître les bonnes et les mauvaises espèces et les divers moyens de les préparer.

par **L. DUFOUR.**

L'ouvrage est publié en 10 livraisons, chacune de 8 planches et 8 pages de texte. Il paraît deux livraisons par mois.

Prix de chaque livraison . . . . . 1 fr. 25

En payant en une fois 12 fr., les personnes recevront l'ouvrage complet et un cartonnage avec une couverture chromolithographiée pour conserver le texte et les planches.

Aussitôt achevé, le prix de l'ouvrage sera porté à 15 francs. Dessin et couleurs sont de la plus grande exactitude.

Die officinellen Pflanzen der Pharmacopea Germanica fur Pharmaceuten und Mediciner.

Besprochen und dargestellt von **Dr F.-G. KOHL.**

165 mit der Hand colorirte Kupfertafeln nebst Texte, 33 Lieferungen à 4 francs.

PUBLICATIONS OFFICIELLES

A L'OCCASION DU

SIXIÈME CENTENAIRE DE LA FONDATION DE LA CONFÉDÉRATION SUISSE

Les origines de la Confédération suisse. Rédigé sur l'ordre du Conseil Fédéral par le professeur Dr W. Œchsli, traduit par Jules-César Ducommun, traducteur-chef de la Chancellerie fédérale. Beau volume grand in-8°. . . . . 7 fr.

Les Constitutions fédérales de la Suisse. Exposé historique écrit sur la demande du Conseil fédéral, par le professeur Dr C. Hilty, traduit par le professeur Dr F.-H. Mentha. Beau vol. grand in-8°. 3 fr.

En fixant un prix si bas pour ces superbes volumes, le Conseil fédéral a voulu mettre à la portée de chacun ces deux publications si importantes pour notre histoire.

Je fournis pour la reliure des emboîtages, avec titre allégorique, au prix de 1 fr. 80 pour chaque ouvrage.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

Les Sciences naturelles et l'éducation, par Th. Huxley. 3 fr. 50

Hygiène de l'exercice chez les enfants et chez les jeunes gens, par le Dr Lagrange. . . . . 2 fr. 50

Médecine et mœurs de l'ancienne Rome, d'après les poètes latins, par le Dr Dupouy . . . . . 3 fr. 50

Note sur les types fondamentaux de poutres métalliques et sur le système Cantilever, par M. Jules Gaudard, professeur à l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne. In-8°, avec planches . . . . . 2 fr.

Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura. In-8°, avec une carte géologique, 3 planches de profils et un tableau stratigraphique, par le Dr H. Schardt, collaborateur à la carte géologique de la Suisse. . . . . 2 fr. 50

Les nouvelles armes à feu portatives, adoptées comme armes de guerre par les Etats modernes, par le colonel R. Schmidt. Supplément 1891, contenant la description des nouveaux fusils de la France, de l'Autriche, de l'Allemagne, de la Suisse, etc. In-4°, relié, avec 7 planches chromolithographiques . . . . . 10 fr.

Manuel de chimie clinique, analyse de l'urine — des calculs — concrétions et sédiments — des transsudats et exsudats liquides, des liquides kystiques et du suc gastrique, par le Dr Bourget, professeur à l'Université de Lausanne. In-12, relié . . . . . 3 fr. 50

La Suisse balnéaire et climatérique, ses eaux minérales, bains, stations d'été et d'hiver, établissements hydrothérapiques, etc., par le Dr Eug. de la Harpe. In-12, relié . . . . . 6 fr.

Annuaire de la Suisse pittoresque et hygiénique. Stations climatériques, bains, excursions, villes d'hiver de la Méditerranée. 1891. In-16°, gravures . . . . . 3 fr. 50

Vingt jours en Suisse, par Paul Nac, membre du Club alpin. 160 dessins d'après nature. Album . . . . . 5 fr.

Cartes de la Suisse de Keller, Leuzinger, de l'atlas Dufour, du bureau topographique fédéral.

Guides de Bædeker, Joanne, Tschudi. **Collection Orell Füssli.**

Flore des Alpes, du Dr Bouvier . . . . . 13 fr. 50

Flore de la Suisse, de A. Gremli . . . . . 7 fr.

Lausanne. — Imp. Corbaz & Comp.

J.-B. SCHNETZLER
PROFESSEUR
LAUSANNE

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ VAUDOISE
DES SCIENCES NATURELLES

3e S. — Vol. XXVII.
No 105.
Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.
Avec 7 planches. — Prix : 2 francs.

Contenu : Pages

R. Dubois. — Production de la phosphorescence de la viande par le Photobacterium sarcophilum 251
Ch. Emery. — Origine de la faune actuelle des fourmis d'Europe . . . 258
P. Girod. — Découverte d'un squelette humain contemporain des éruptions volcaniques quaternaires du volcan de Gravenoire 260
E. Hagenbach-Bischoff. — Communication relative aux expériences électriques de M. Herz 263
J. Piccard. — Communications diverses, en particulier sur une cause d'erreur dans la détermination de la densité des vapeurs d'après la méthode de V. Meyer 265
H. Golliez. — Discours d'ouverture de la séance du 20 mai 1891 . . . 268
Liste des membres honoraires et des délégués des Universités étrangères à l'inauguration de l'Université de Lausanne, présents à la séance du 20 mai 1891 270
H. Blanc. — Note préliminaire sur la maturation et la fécondation de l'œuf de la truite. 272
L.-C. de Coppet. — Sur la dilatation de l'eau 276
C. Buhrer. Notice sur le climat de Montreux. Pl. XV, XVI, XVII et XVIII. 285
T. Rittener. — Notice sur un affleurement d'Aquitanien dans le Jura vaudois. Pl. XIX, XX et XXI 294
E. Chuard. — Un mode de formation actuelle des minéraux sulfurés . . 298
Ch. Paris. — Quelques raretés botaniques 301
Rapport de la commission de vérification des comptes pour 1890-91 . . 303
PROCÈS-VERBAUX, du 6 mai au 1er juillet 1891.
LISTE DES LIVRES REÇUS, du 18 décembre 1890 au 16 décembre 1891.

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND.
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Février 1892.

SMITHSONIAN INSTITUTION
JUN 15 1927
275771
NATIONAL MUSEUM

COMITÉ POUR 1892

SCHARDT, Hans, professeur, *Président*,	Veytaux.
JUILLERAT, docteur-médecin, *Vice-Président*,	Lausanne.
GOLLIEZ, Professeur,	id.
GRENIER, W., Directeur de la Faculté technique,	id.
DELEBECQUE, ingénieur,	Thonon (Hte-Savoie).

BIBLIOTHÈQUE

Montée de St-Laurent, N° 22, maison de la Société de consommation, ouverte toute l'année le MERCREDI et le SAMEDI, de 2 à 5 h., sauf pendant les séances.

Bibliothécaire :	M. L. MAYOR, prof. (Boulevard industriel).
Editeur du Bulletin :	» F. ROUX, Directeur de l'Ecole industr.
Secrétaire de la Société :	» NICATI, Aug., pharmacien (Palud).
Caissier :	» PELET, L., prof. (Boulevard industriel).
Vérificateurs :	» BERTSCHINGER, Dr phil., Musée géol.
	» CHENEVIÈRE (Maupas),
	» DAPPLES, colonel, La Vuachère.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1° Tout manuscrit doit être adressé à l'*éditeur du Bulletin*. Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire.

2° Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3° Les tirages d'auteurs peuvent être remis à leurs propriétaires avant que le Bulletin ait paru.

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus*, publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

On est prié de s'adresser à la librairie F. ROUGE pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.
Vol. XXVII. N° 105. 1892.

SUR LA PRODUCTION DE LA PHOSPHORESCENCE DE LA VIANDE PAR LE PHOTOBACTERIUM SARCOPHILUM

PAR

Raphaël DUBOIS,

Professeur de physiologie générale et comparée
à la Faculté des sciences de Lyon.

La phosphorescence de la viande de boucherie a été attribuée à des microorganismes par les divers auteurs qui ont écrit sur ce sujet dans ces dernières années ; toutefois aucun d'eux n'a pu obtenir de cultures pures, et c'est sans doute ce qui permet d'expliquer les divergences d'opinion qui ont persisté jusqu'à ce jour à propos de l'agent photogène [1].

D'autre part, l'apparition spontanée de la phosphorescence de la viande n'a été signalée, à notre connaissance, que chez le porc, le cheval et le mouton, et nous n'avons rencontré jusqu'à ce jour aucune observation de la phosphorescence de la chair du lapin domestique.

C'est grâce à l'extrême obligeance de M. Leclerc, inspecteur d'hygiène de la ville de Lyon, que j'ai pu pour la première fois étudier un cas de ce genre.

Il s'agit d'un lapin qui avait été acheté mort et dépouillé au marché de la ville. La propriétaire de cette viande s'étant aperçue dans la soirée que le corps de l'animal émettait des lueurs dans l'obscurité, l'apporta le lendemain au bureau d'hygiène municipal, qui le fit parvenir le même jour au laboratoire de physiologie de la faculté des sciences, le 24 février 1891.

La phosphorescence était surtout manifeste sur le râble et à la face interne et externe des cuisses, ainsi que sur divers autres points du corps, où elle était cependant moins marquée. Dans les points les plus lumineux, il n'y avait au papier de tournesol

[1] On trouvera l'historique de la question dans le travail que j'ai publié en trois articles parus en 1889 dans l'*Echo des Sociétés et Associations vétérinaires.*

ni réaction acide, ni réaction alcaline appréciable. La viande ne présentait aucune odeur particulière et ce n'est que trois ou quatre jours plus tard, lorsque la putréfaction commença à se développer, que les lueurs disparurent.

Le 25 février, on inocula avec la matière lumineuse plusieurs tubes de gélatine viande-peptone à 3 °/₀ de sel qui brillèrent fortement au bout de 24 heures, mais s'éteignirent assez rapidement après s'être liquéfiés. L'examen microscopique montra que les cultures contenaient plusieurs espèces différentes de microorganismes. Les cultures faites en tubes d'Esmarck nous ont permis d'isoler ces diverses espèces parmi lesquelles nous avons rencontré quatre variétés ou formes différentes d'une même espèce appartenant au genre *photobacterium*.

Ces quatre variétés sont représentées par des microorganismes très petits dont la taille ne dépasse guère 1 μ à 1 $^1/_2$ μ. Ils forment des colonies arrondies, qui se distinguent facilement par leur coloration.

La *variété A* est représentée par des colonies blanc jaunâtre sale, glaireuses, ne creusant pas la gélatine et s'élevant, au contraire, au-dessus de sa surface; elles sont exclusivement formées de microcoques ou de bactéries très courtes, non mobiles.

Ces colonies ne sont pas lumineuses.

La *variété B* est formée de colonies présentant sous certaines incidences une belle teinte verdâtre, due à un principe fluorescent. Ces colonies sont formées par des microorganismes qui présentent la forme de microcoques, de diplocoques et même de courtes bactéries, réunies parfois en chaînettes de cinq à six individus. Ces microorganismes ne sont ni mobiles, ni lumineux; ils ne fluidifient pas la gélatine.

La *variété C* est formée de colonies de couleur blanc jaunâtre, mais qui, au lieu de faire saillie à la surface de la gélatine, la creusent profondément et rapidement.

La partie liquéfiée présente toujours une forte réaction alcaline, même dans les bouillons primitivement neutres. On y rencontre des bactéries mobiles, renflées en massues à leurs deux extrémités, étranglées vers leur milieu. Elles ressemblent beaucoup à celles qui forment les colonies de la variété *D*, dont elles semblent n'être, comme les deux variétés précédentes d'ailleurs, qu'une variété morphologique non lumineuse.

Les colonies de la *variété D* sont transparentes, incolores au début de leur formation et quand elles sont plus développées,

elles prennent parfois une coloration très franchement jaune. Loin de fluidifier la gélatine, elles la dessèchent et forment à sa surface des mamelons arrondis. Elles émettent une *belle lumière verte.* Ces colonies sont formées par des bactéries non mobiles présentant la forme générale propre au genre *photobacterium ;* mais elles se distinguent des espèces que j'ai pu observer par leur extrême petitesse.

Elles s'en distinguent également par une propriété que je n'ai rencontrée chez aucune autre espèce lumineuse, à savoir qu'elles conservent leur pouvoir photogène dans le bouillon de viande gélatine-peptone non neutralisé, c'est-à-dire acide.

J'ai le premier démontré (loc. cit. p. 1) que l'on pouvait à volonté éteindre les photobactéries en les transportant d'un milieu neutre ou alcalin dans un bouillon légèrement acide, et inversement les rallumer en les faisant passer d'un milieu acide dans un milieu alcalin ou neutre. J'ai été tout d'abord d'autant plus surpris de voir la lumière se produire dans un bouillon acide, que j'avais établi expérimentalement la généralité de la loi qui veut que la lumière ne se produise, aussi bien chez les animaux que chez les végétaux, que dans un milieu humide, oxygéné et alcalin.

En examinant attentivement ce qui se passait dans les tubes acides, j'ai pu facilement me convaincre que ces nouveaux microorganismes obéissaient bien à la loi générale, mais par un artifice particulier.

Ils possèdent, en effet, la propriété de sécréter une substance alcaline, qui leur permet de neutraliser l'acidité du milieu ambiant, de telle sorte que le point où s'est développée la colonie lumineuse colore en bleu le tournesol rougi, tandis que le bouillon qui n'a pas été attaqué rougit le tournesol bleu.

Ce fait est important, parce qu'il nous fait comprendre pourquoi l'organisme normal est réfractaire au développement de certains microorganismes et non d'autres. Les microbes pathogènes se comportent comme les microbes lumineux : L'agent infectieux est modifié ou tué par un milieu qui ne convient pas à son développement, il est l'esclave du milieu, ou bien il peut modifier le milieu où il tombe et devient alors le maître de l'organisme.

Toutefois il ne faut pas que l'acidité du bouillon soit trop prononcée, car il suffit d'ajouter en très petite quantité de l'acide lactique à la gélatine-viande-peptone pour empêcher la lumière

de se produire, les colonies restent misérables; mais on peut les rallumer, même au bout d'un temps fort long, en les inoculant à des bouillons alcalins ou neutres.

D'autres conditions de milieu peuvent également faire perdre la propriété photogénique à la variété lumineuse : L'absence ou l'insuffisance de sel dans le bouillon de culture donne la forme fluorescente mais éteinte *B*.

La variété fluidifiante *C* s'obtient expérimentalement en cultivant à 30 degrés la variété lumineuse dans un milieu franchement alcalinisé par le carbonate de soude. Quant à la variété *A*, elle résulte du vieillissement. On voit parfois se former au milieu ou plutôt sur les bords de cultures jaunes bien photogènes des colonies blanc jaunâtre ou grisâtre nées des premières, mais formées d'éléments dégénérés.

Ces quatre variétés appartiennent à une même espèce polymorphe, qui ne brille que dans certaines conditions que nous avons expérimentalement déterminées, ainsi qu'on le verra plus loin. Mais nous pouvons dire de suite que par l'ensemble de leurs caractères morphologiques et physiologiques, les photobactéries de la viande du lapin méritent d'être distinguées de celles qui ont été décrites antérieurement et, bien qu'il ne soit pas impossible que tous les microorganismes connus soient des variétés d'une seule et même espèce, nous croyons cependant, en raison des caractères particuliers et de l'origine de celui qui nous occupe, être autorisé à le désigner sous le nom de *photobacterium sarcophilum*.

Nous n'avons pas réussi jusqu'à présent à le cultiver sur des tissus végétaux (bois, tubercules de pommes de terre) à l'état lumineux, mais il se développe bien sur la chair cuite ou crue des poissons, ce qui permet de supposer qu'il est d'origine marine. Inoculé à la viande fraîche de porc, de veau, de mouton et de cheval, le photobacterium donne lieu à des cultures lumineuses après une période d'incubation de 24 à 48 heures. Le développement des colonies s'est montré peu actif et tardif sur la viande du cheval et sur celle du bœuf.

Sur toutes ces viandes, la propagation et l'énergie lumineuse ont été activées par l'inoculation simultanée du photobacterium sarcophilum normal et de la variété fluidifiante et mobile *C*, qui l'accompagnait sur notre lapin lumineux. Vraisemblablement, ce dernier sert d'auxiliaire en entraînant le microorganisme lumineux, en sécrétant en abondance la substance alcalinisante et

en fluidifiant, peut-être même en peptonisant le protoplasma des éléments anatomiques de la viande.

La chair du lapin est rapidement contaminée et brille fortement après inoculation du *photobacterium sarcophilum*, au bout de 24 heures.

Il ne semble pas cependant que ces microorganismes soient dangereux pour les animaux vivants et leur présence ne paraît pas être un indice que la viande contaminée appartient plutôt à des animaux malades qu'à des animaux sains.

Un grand nombre de cultures *impures* se sont montrées d'emblée stériles ou se sont éteintes rapidement dans le laboratoire, dont la température était seulement de quelques degrés plus élevée que dans le sous-sol où je faisais la plupart de mes expériences : C'est peut-être ce qui permet de s'expliquer pourquoi les viandes lumineuses ont toujours été observées aux environs de Pâques.

En culture *pure*, c'est au voisinage de 12° centigrades que le *photobacterium sarcophilum* brille et se développe le mieux ; mais il peut également supporter une température de 20° sans s'éteindre, aussi bien dans les bouillons alcalins (à la condition que la chaleur ne les liquéfie pas) que dans les bouillons neutres ou acides. Si on élève rapidement la température, on voit les cultures pâlir entre 30° et 40° et s'éteindre définitivement à 50°.

Au contraire, si l'on refroidit brusquement une culture lumineuse, la lumière pâlit, mais ne s'éteint pas vers — 3°. Elle persiste encore à — 7° alors que le contenu du tube est congelé. Ce résultat singulier peut être facilement obtenu avec les bouillons liquides.

Les bouillons de gélatine-viande-peptone alcalinisés, neutralisés ou légèrement acides, additionnés de 3 °/₀ de sel, donnent de belles cultures qui se conservent pendant plusieurs mois.

L'addition de quelques gouttes de glycérine à ces bouillons augmente le pouvoir éclairant et le développement des colonies, qui semblent marcher de pair.

Pour rechercher quels étaient les éléments les plus favorables au développement et au pouvoir photogène de ces microbes, je les ai ensemencés d'abord dans des tubes contenant une gelée faite d'agar-agar préalablement traitée à plusieurs reprises par l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque et convenablement salée. Dans ces conditions, le développement est très misérable et il n'y a pas production de lumière.

Mais si à ce bouillon l'on ajoute des peptones, on obtient de belles cultures bien lumineuses.

Malheureusement les peptones sont des produits fort complexes et il est difficile de savoir à quel élément ils doivent leur activité.

J'ai pu extraire particulièrement des peptones du commerce de notables quantités de lécythines par l'éther à 65° et j'ai recherché si ce produit complexe ajouté à l'agar-agar salé suffirait pour donner au bouillon les qualités nécessaires pour obtenir des cultures lumineuses.

L'expérience a montré que les bouillons d'agar-agar lavé et d'eau salée, qui ne donnent que des cultures misérables et non lumineuses, forment un excellent milieu pour le développement de la phosphorescence quand on les additionne de lécythine ou de nucléine; mais il est évident que dans les bouillons qui ont été stérilisés à 120°, les lécythines et les nucléines sont décomposées et que ce sont leurs produits de décomposition qui donnent au bouillon les qualités nécessaires pour en faire un milieu photogénique.

On sait que la lécythine du jaune d'œuf se décompose en acides gras, acide phosphoglycérique et névrine. L'addition d'acides gras neutralisés (savons) ou bouillons d'agar-agar ne lui communique pas les qualités requises pour que la lumière se produise. Il en est de même quand on ajoute séparément à ce milieu de culture de la névrine ou un sel de névrine (chlorhydrate). L'acide phospho-glycérique avec l'agar-agar qui renferme de l'azote donne un bouillon avec cultures lumineuses. On obtient un meilleur résultat encore en ajoutant à l'agar-agar du phospho-glycérate de névrine.

Ces résultats expérimentaux, et d'autres encore dans le détail desquels je ne puis entrer dans cette communication, m'ont conduit à penser que le *photobacterium sarcophilum* ne brille que dans des milieux contenant: 1° Une certaine quantité de sel marin; 2° un principe azoté comparable à la névrine; 3° un aliment carboné tel que la glycérine; 4° des produits phosphorés.

Le *photobacterium* se cultive facilement dans les bouillons liquides et cette propriété m'a permis de simplifier et de varier facilement les bouillons de culture.

J'ai pu en particulier éliminer l'emploi des substances colloïdales, gélatine, agar-agar, dont la composition n'est pas chimi-

quement bien définie et obtenir des cultures lumineuses dans des bouillons liquides ne contenant que des composés chimiquement définis.

Le phospho-glycérate de névrine et l'eau salée à 3 °/₀ donnent des bouillons lumineux, mais ces composés ne sont pas indispensables. On peut substituer à la névrine, l'asparagine, l'urée et même simplement des sels ammoniacaux.

Le phosphate d'ammoniaque, la glycérine et l'eau salée permettent la culture et la phosphorescence du *photobacterium sarcophilum.*

Mais l'asparagine permet d'obtenir des résultats meilleurs. Je conserve depuis plusieurs semaines des bouillons liquides lumineux, composés comme il suit :

Eau commune	100 gr.	
Asparagine	1 »	
Glycérine	1 »	
Phosphate de potasse . . .	0 »	10 centig.
Sel marin	3 »	

La glycérine elle-même peut être remplacée par divers autres aliments carbonés : dextrine, sucre, glycose, dulcite.

Le sel marin n'intervient pas exclusivement comme aliment dans ces bouillons, il forme avec l'eau pour ainsi dire un serum artificiel dans lequel le protoplasma du microorganisme conserve un état convenable d'hydratation. On peut d'ailleurs obtenir le même effet avec d'autres substances, telles que le sucre, en quantité suffisante, le sulfate de soude ou de magnésie, mais en proportions différentes.

Il y a avantage à ajouter à ces bouillons des traces de divers principes minéraux servant à la nutrition des microorganismes, lorsque l'on emploie de l'eau distillée au lieu d'eau commune.

Ces résultats montrent que la phosphorescence est entièrement liée à la végétation du *photobacterium,* et n'exige pour se produire que les aliments qui sont nécessaires à tous les autres végétaux inférieurs.

La production de la lumière paraît, en outre, résulter uniquement de l'activité physiologique du protoplasma spécial du *photobacterium* et non de principes photogènes oxydables déversés dans le milieu où ils vivent. Les cultures en milieu liquides sont complètement dépouillées de leur phosphorescence quand on les

force à traverser des filtres en porcelaine ou en terre de pipe ne présentant aucune fissure accidentelle et cette phosphorescence ne reparaît pas par l'agitation au contact de l'air comme cela se produit quand elle s'éteint par défaut de l'oxygène nécessaire à la respiration du protoplasma. Les cultures liquides ne contenant que des principes chimiquement définis, nous ont permis d'élucider divers points intéressants relatifs à la production de la lumière physiologique : ils seront consignés dans un article qui paraîtra prochainement dans la *Revue générale des sciences pures et appliquées* »[1].

ORIGINES
DE LA FAUNE ACTUELLE DES FOURMIS DE L'EUROPE

PAR

Charles EMERY,

Professeur de zoologie à l'Université de Bologne.

L'étude que j'ai faite récemment des fourmis fossiles, renfermées dans les ambres siciliens du musée minéralogique de Bologne, m'a conduit à comparer la faune des fourmis de l'ambre de la Sicile et de la Baltique avec la faune actuelle de diverses parties de l'Europe et du bassin de la Méditerranée. Ce sont les résultats généraux de cette étude, qui paraîtra en détail dans les Mémoires de l'Académie de Bologne, que je désire exposer à cette assemblée.

Quoique je n'aie trouvé que 14 espèces de fourmis dans les échantillons d'ambre sicilien, peu nombreux du reste, que j'ai examinés, tandis que l'on en connaît plus de 50 dans l'ambre baltique, je crois pouvoir affirmer que ces deux faunes fossiles différaient profondément l'une de l'autre. La faune myrmécologique fossile de Sicile s'éloigne beaucoup plus de la faune européenne vivante et se rapproche, par contre, de la faune indienne et australienne. Je n'y ai trouvé aucun des genres qui sont actuellement communs aux faunes paléarctique et néoarctique, tels

[1] Paris, Carré, éditeur.

que *Formica*, *Lasius*, *Myrmica*; ces genres existent dans la faune de l'ambre baltique, mais leur rôle n'y est pas aussi prépondérant que dans l'Europe actuelle et ils s'y trouvent en compagnie de genres indiens ou à affinités indiennes, tels que *Œcophylla*, *Sima*, *Plagiolepis* (ce dernier encore vivant en Europe). L'on peut reconnaître des différences du même genre, si l'on compare entre elles les fourmis de différentes régions de l'Europe, comme je le montrerai plus loin.

Les fourmis d'Europe peuvent être réparties en trois groupes principaux. Un premier groupe comprend les genres communs à la faune paléarctique et à l'Amérique du Nord; je l'appellerai *groupe boréal*; un second groupe comprend des genres qui atteignent leur plus haut développement dans la région indo-australienne et dans l'Afrique australe; je le désigne par le nom de *groupe indien*; enfin, il y a des genres actuellement répandus dans le monde entier et qui constituent un *groupe cosmopolite*; il existe aussi quelques petits genres qui n'ont pas encore été observés ailleurs qu'en Europe. Les deux premiers groupes méritent surtout de fixer notre attention: un regard jeté sur le diagramme que je trace au tableau, montre que, à mesure que l'on va du nord au sud et de l'époque actuelle aux temps de l'ambre, le groupe boréal diminue et le groupe indien augmente d'importance. Le premier est absent dans l'ambre de Sicile, le deuxième manque dans la faune suédoise actuelle. La courbe du groupe cosmopolite est irrégulière.

Je me hasarde à déduire de ces considérations une théorie de l'origine de la faune des fourmis de l'Europe. Je pense qu'une faune peu différente de celle de l'ambre de Sicile et ayant un caractère essentiellement indien habitait l'Europe à l'époque éocène et qu'une nouvelle faune venant des terres polaires est descendue parallèlement en Amérique et en Europe. Ici elle a été arrêtée quelque temps dans sa marche par la mer, qui s'étendait transversalement sur une partie de l'Europe moyenne; elle n'avait pas encore atteint la Sicile, tandis qu'elle était déjà bien représentée dans la faune de l'ambre du Samland. Deux de ses genres les plus caractéristiques n'ont passé que tout récemment la Méditerranée, avec l'aide de l'homme qui, selon les observations de M. Forel, a dû porter dans les jardins de l'Algérie les *Formica fusca* et *Myrmica scabrinodis*; peut-être le genre *Lasius* est-il dans le même cas. La courbe irrégulière du groupe cosmopolite indique sans doute que ce groupe n'est qu'un résidu

complexe de formes dont l'origine échappe encore à notre analyse. Une partie de ces formes se rattache probablement au groupe indien, et d'autres, telles que certains ponérides, sont peut-être le résidu d'une faune plus ancienne encore que celle de l'ambre.

Sans doute d'autres animaux ont dû suivre, dans leurs migrations, la même marche que les fourmis et il serait intéressant de reconnaître des faits parallèles dans leur développement paléontologique. Je crois surtout devoir attribuer une grande importance aux terres polaires, comme berceau des formes communes aux faunes paléarctique et néarctique actuelles.

DÉCOUVERTE D'UN SQUELETTE HUMAIN

contemporain des éruptions volcaniques quaternaires du volcan de Gravenoire (Puy-de-Dôme),

PAR

le Dr **Paul GIROD**,

Professeur à la Faculté des Sciences et à l'Ecole de Médecine de Clermont-Ferrand.

La carrière de la Brenne s'enfonce dans le flanc est-nord-est du volcan de Gravenoire, entamant les scories sur une longueur de 20 mètres, atteignant 50 mètres en profondeur. La superposition des couches est la suivante :

Terre végétale et éboulis	1.20 m.
Scories remaniées et stratifiées	1.20
Scories en place, à gros éléments	3
Lit de cendres noires avec nodules d'argile . .	0.30
Argiles jaunes provenant des granits	0.80 à 1 m.
Scories de fond, à éléments moyens	4
Arkoses de base.	

Dans le fond de la carrière, d'énormes paquets de lave forment la base des scories à gros éléments et reposent sur les argiles qui, à leur contact, ont été transformées par la chaleur et

ont une teinte rouge-brique caractérisée. Partout où ces paquets manquent, on trouve le lit de cendres noires et les tranchées montrent, dans ce lit, des nodules provenant de l'argile inférieure, emballés et enveloppés par les éléments scoriacés. Il semble possible d'admettre que, sur ce point, les argiles, qui séparent les deux couches de scories, marquent une phase de repos entre deux éruptions successives. Dans ce cas, les cendres auraient balayé la surface de l'argile, étant peut-être à l'état boueux, et auraient entraîné avec elles les parties superficielles de l'argile avec les débris qu'elles supportaient.

Une des dernières tranchées a intéressé largement ces cendres et les argiles. C'est au contact de ces deux couches que le chef d'exploitation, M. J. Bouquel, de Beaumont, a mis à découvert des fragments d'un crâne humain et quelques débris osseux. Averti, je me rendis avec mon préparateur, M. Paul Gautier, sur les lieux pour relever la position exacte de ces débris. Mais le service du chemin d'accès de la carrière avait nécessité le remblaiement de la tranchée, et nous dûmes entreprendre d'importants travaux pour déterminer avec exactitude l'emplacement du squelette.

Un puits carré, de 3 mètres de côté, fut largement ouvert, perpendiculairement à la tranchée ; il traversa toutes les couches indiquées, depuis la terre végétale jusqu'aux argiles, atteignant une profondeur de 5 m. 80. La couche des scories est très compacte, résistante à la pioche, formée superficiellement d'éléments rougeâtres qui passent à des lapilli noirs et à une couche de cendres avec nodules argileux. Le travail d'extraction est difficile et les parties délicates des ossements sont brisées par le choc des grosses pioches des carriers : aussi avons-nous recueilli beaucoup de fragments. Seuls, les os des membres offrent assez de résistance pour être extraits par portions plus volumineuses. Nous avons pu, par la découverte de la portion importante d'un radius, déterminer d'une façon exacte l'emplacement du squelette et, dans l'espoir de compléter le plus largement possible nos trouvailles, nous avons fait poursuivre la fouille dans un rayon de 2 mètres autour de ce point déterminé.

Les débris du squelette étaient donc placés dans le lit de cendres, reposant sur les argiles, occupant une situation analogue à celle des nodules voisins. Les racines des châtaigniers centenaires qui couvrent la montagne s'intercalent entre les scories et pénètrent la couche de leurs fines ramifications.

Les fragments relevés sont les suivants :

Crâne : Fragments des pariétaux, du frontal, des rochers, de l'occipital. Ces os ont une épaisseur considérable qui atteint 5 millimètres et même 8 millimètres maximum, et une grande légèreté.

Humérus droit : extrémité inférieure. — *Humérus gauche :* même partie avec portion importante de la diaphyse ; pas de perforation dans la fosse olécranienne.

Cubitus droit : olécrâne et deux tiers supérieur de la diaphyse ; cette partie offre l'incurvation accentuée en avant, signalée par Testut dans le squelette de Chancelade. — *Radius droit :* Diaphyse.

Divers débris de côtes, parcelles nombreuses.

Tous ces os ont des dimensions petites ; aucune portion ne se rapporte aux os des membres inférieurs.

L'étude du gisement, faite avec la plus scrupuleuse attention, éloigne toute idée d'un remaniement des scories profondes par des phénomènes d'érosion. La couche de scories remaniées est superficielle et la position des paquets de lave sur les argiles cuites ne laisse aucun doute sur leur position. De même, on ne peut admettre l'idée d'une exploitation ancienne ayant entraîné l'enfouissement d'un carrier sous un éboulement ; les remaniements dus à la main de l'homme laissent des traces trop évidentes dans les couches de scories, et, sur ce point, il est impossible de constater de semblables traces. Ces ossements sont bien en place, dans des couches non remaniées, et affirment la contemporanéité de l'homme et des éruptions du volcan de Gravenoire.

Est-il possible de fixer une date à ces éruptions et de rattacher du même coup ces débris squelettiques à une des grandes divisions du paléolithique ? Pommerol, qui s'est occupé de l'*âge du volcan de Gravenoire*, place l'émission des coulées laviques « entre les deux époques glaciaires », mais nous réservons nos conclusions, désirant apporter des données indiscutables dont l'exposé sera le complément de cette communication.

COMMUNICATION de M. le Prof. E. HAGENBACH-BISCHOFF

DE BALE

Messieurs,

Je puis supposer que tous, même ceux qui ne s'occupent pas spécialement de physique, vous avez connaissance des expériences très ingénieuses de M. *Hertz*, qui cherchent à établir l'exactitude de la conception de *Faraday* et de *Maxwell*, d'après laquelle l'action à distance dans les phénomènes d'induction s'expliquerait par une transmission de l'énergie par ondulations, comme c'est le cas pour le son, la lumière et la chaleur rayonnante. Comme toutes nos vues sur la nature des actions électriques et sur leurs rapports avec la lumière sont formulées par ces théories d'une manière nouvelle, nous devons examiner par des expériences variées et en usant d'une critique sévère, si les résultats frappants des oscillations électriques nous obligent vraiment à accepter ces idées nouvelles ou s'il n'est pas possible de nous en rendre compte par les lois déjà connues et généralement admises de l'induction.

Dans ce but j'ai fait, avec M. le Dr Louis Zehnder, une série d'expériences; les résultats de ce travail ayant déjà été publiés dans les *Annales* de Wiedemann et dans les *Archives* de Genève, je ne donne ici qu'un résumé très succinct des principaux résultats obtenus.

Dans nos expériences aussi bien que dans celles de M. *Hertz*, les étincelles primaires jaillissent entre deux conducteurs chargés par une bobine de *Ruhmkorff*; elles produisent par induction, à distance, des étincelles secondaires dans deux autres conducteurs très rapprochés l'un de l'autre. Il n'y a aucun doute que ce phénomène présente bien des analogies avec la résonnance dans l'acoustique. Ce qui est surtout frappant sous ce rapport, c'est la concentration par des miroirs paraboliques en matière conductrice, par exemple en zinc, et l'interception de l'action par une plaque de zinc placée sur le chemin de propa-

gation entre le primaire et le secondaire. On croit voir les expériences connues faites avec des rayons de lumière et de chaleur rayonnante répétées sur le terrain de l'électricité. Mais l'analogie n'est pas aussi complète qu'elle le paraît au premier abord. Tandis que pour le son, la lumière et la chaleur rayonnante, l'écran doit être placé transversalement pour empêcher la propagation, dans nos expériences sur l'induction l'effet était le même, que la plaque fût parallèle ou perpendiculaire à la ligne unissant les deux foyers.

Nous mentionnons ce seul exemple, qui se rapporte à la propagation; la plupart de nos expériences ont eu pour but d'étudier de plus près la nature des étincelles primaires et secondaires; nous avons employé pour ces mesures électriques les instruments connus, l'électromètre et le galvanomètre.

Dans les étincelles primaires, nous n'avons constaté que le mouvement de l'électricité dans un sens; nous ne pouvons donc y reconnaître des vibrations de même nature que les vibrations sonores et lumineuses, qui reposent sur un mouvement de va et vient.

Les étincelles secondaires produites par l'induction correspondent aux lois connues, et nous avons pu mesurer la force électro-motrice, qui correspond à la naissance de l'étincelle primaire aussi bien que celle en sens contraire, qui correspond à son évanouissement. Dans un conducteur continu, les quantités d'électricité mises en mouvement dans les deux sens opposés sont égales, et comme ces courants se succèdent très rapidement, ils ne peuvent produire aucun effet sur un galvanomètre ni sur un électromètre à charge constante. Mais comme il y a une distance explosive ménagée entre les deux conducteurs secondaires et que les tensions, qui produisent les deux courants en sens opposé, sont en général assez différentes et varient beaucoup selon les circonstances, l'électricité peut souvent passer plus facilement dans un sens que dans l'autre; et alors on peut mesurer au moyen de l'électromètre les charges produites et constater aussi, au moyen du galvanomètre, les courants qui se produisent dans un fil qui relie les deux parties du conducteur secondaire; cela nous a permis d'étudier l'influence des différentes causes qui interviennent et surtout l'influence de la grandeur de la distance explosive sur le sens et sur l'intensité de ces courants.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir donné l'explication de

tous les phénomènes intéressants étudiés par M. *Hertz* et d'autres sur l'induction à grande distance, ni des conditions de la résonnance; nous nous sommes borné pour le moment à l'étude spéciale de la nature des étincelles primaires et secondaires; mais déjà par cette étude restreinte, nous avons donné la conviction que ces phénomènes sont très compliqués et n'ont pas la simplicité qui est désirable pour des expériences fondamentales devant servir de base pour une théorie nouvelle.

COMMUNICATIONS DE M. J. PICCARD

Professeur de chimie à l'Université de Bâle.

M. *J. Piccard*, professeur de chimie à l'Université de Bâle, présente d'abord à la Société un petit tableau : Nous sommes à la montagne, à la montagne vaudoise, à l'ombre d'un chalet. Un couple discute une question scientifique évidemment fort importante; le cas doit être difficile, car on entend beaucoup de mots latins. L'un des personnages, aussi modeste que savant, est connu comme botaniste de toute cette Société; il est populaire dans tout le canton de Vaud par ses récits patois; c'est M. L. Favrat. L'autre personne était-elle aussi membre de la Société? A coup sûr elle eût mérité de l'être; Mlle Masson vient de mourir octogénaire, laissant au Musée cantonal, assure-t-on, un des plus beaux herbiers de la Suisse.

« Il n'existe, je crois, de photographies ni de l'un ni de l'autre, et ce n'est pas sans peine que j'ai obtenu l'autorisation de prendre celles-ci; mais, qui permet de prendre ne peut refuser la permission de donner; c'est ce qui m'autorise, Messieurs, à vous offrir ces portraits pour orner le local habituel de vos séances, au Musée industriel. »

Le président ayant accepté ce souvenir au nom de la Société, M. Piccard passe à sa seconde communication :

Sur une cause d'erreur possible dans la détermination de la densité des vapeurs, d'après la méthode de V. Meyer.

La détermination expérimentale de la densité des vapeurs joue un rôle si considérable dans la fixation du poids moléculaire et dans l'étude des phénomènes de dissociation, que rien

de ce qui s'y rapporte ne saurait être indifférent aux chimistes et aux physiciens.

L'ingénieuse méthode de V. Meyer, dont on se sert le plus généralement, présente, comme on sait, ceci de particulier, qu'il n'est pas nécessaire de connaître la température des vapeurs à l'intérieur du vase de vaporisation. Cette température est indifférente, à la seule condition de suffire à la volatilisation de la substance. La vapeur produite refoule un volume d'air égal qui, en se refroidissant, va prendre dans l'éprouvette graduée le volume qu'aurait la vapeur à la température de la salle d'expériences. Il n'y a ainsi de correction à faire que pour la différence entre la température ambiante et 0°.

S'appuyant là-dessus, la plupart des chimistes font le raisonnement suivant : « Puisque la température des vapeurs et de l'air à l'intérieur de la poire de volatilisation est absolument indifférente, il n'est pas nécessaire que cette température soit uniforme. Si elle peut être quelconque dans toute sa masse, elle doit pouvoir être quelconque dans chacune de ses parties. » Cette conclusion n'est pourtant juste que dans certaines conditions qu'il est nécessaire de fixer.

Une analyse mathématique que nous ne reproduisons pas ici, prouve que ces conditions d'exactitude ne sont remplies que dans le cas où chaque couche gazeuse, en s'élevant dans l'appareil, acquiert exactement la température de la couche qu'elle remplace à ce point ; c'est-à-dire lorsque les parois du vase auront repris du dehors et communiqué aux gaz la température qu'elles avaient en chaque point avant l'expérience ; en d'autres termes, il faut que l'équilibre de température et par conséquent de volume, rompu par la volatilisation de la substance, puisse se rétablir complètement et *librement*.

Supposons, comme ce peut être le cas lorsque l'appareil est chauffé dans un fourneau à gaz, qu'avant l'expérience le bas de la poire soit beaucoup plus fortement chauffé que le haut. Au moment de l'introduction et de la vaporisation de la substance, il y aura, d'un côté, absorption de chaleur latente et par conséquent abaissement de la température dans les parties inférieures ; d'un autre côté, élévation de température dans les parties supérieures, par le fait que l'air froid qui s'y trouvait au début est remplacé par des couches intérieures plus chaudes. Lorsque cette dernière cause l'emporte sur la première, il sera refoulé dans l'éprouvette graduée un volume d'air froid plus grand que

ne serait à cette même température le volume de vapeurs produit. On trouvera ainsi une densité trop faible.

Si l'on pouvait attendre que l'équilibre se fût rétabli, et s'il était possible à l'air chassé en excès dans l'éprouvette de se retirer dans la poire, tout serait bien. Mais, avec la construction habituelle de l'appareil, le tube de dégagement venant aboutir sous l'eau de la cuve pneumatique, *l'eau fait l'office d'une soupape qui permet bien à l'air le passage de la poire dans l'éprouvette, mais non pas vice-versa.* Si, après une expansion exagérée, la contraction correspondante voulait se produire, ce ne serait pas l'air de l'éprouvette qui rentrerait dans la poire, mais l'eau de la cuve. Or, dès qu'on la voit prendre ce chemin dangereux, on se hâte d'interrompre l'expérience.

C'est ainsi qu'on obtient souvent d'après cette méthode une densité de vapeur trop faible; pour s'en convaincre, on n'a qu'à jeter un coup d'œil dans les Rapports de la Société chimique de Berlin, année 1885. On y verra plusieurs auteurs se préoccuper de cette faute et l'attribuer tantôt à l'air entraîné mécaniquement par la chute de la substance, tantôt à l'air qui y est adhérent. Tout ceci peut être vrai; mais, du moment qu'une cause d'erreur plus sérieuse est reconnue, il convient avant tout ou de l'éviter ou d'en tenir compte.

Proposerons-nous dans ce but une nouvelle disposition de l'appareil? Non pas, car il s'est déjà commis trop d'abus dans ce sens. Nous nous contenterons de faire observer que les conditions théoriques d'exactitude indiquées ci-dessus sont remplies, lorsqu'on fait aboutir le tube de dégagement à la partie supérieure de la burette graduée, comme c'est le cas dans l'appareil construit dernièrement par Lunge pour les basses pressions; il est vrai qu'avec cet appareil fonctionnant au mercure, les erreurs de lecture sont 13 fois plus considérables qu'avec l'eau. Si, avec l'appareil primitif de V. Meyer, on a soin d'éviter des inégalités de température trop grandes dans le vase de chauffe; si la volatilisation n'est pas trop brusque et tumultueuse; si, après le dégagement des dernières bulles d'air, on a soin de s'assurer qu'il ne se produit pas de mouvement de recul de l'eau dans le tube de dégagement; ou d'évaluer ce recul, s'il a lieu, mais sans attendre cependant que les vapeurs de la substance se condensent dans les parties froides de l'appareil; si on a l'œil ouvert sur la cause d'erreur possible que nous avons signalée, nous croyons que ces précautions suffiront pour la pratique du chi-

miste. Quant au physicien qui réclame une exactitude plus grande, il saura d'une manière ou de l'autre éviter cette *action de soupape* de l'eau, qui s'oppose au rétablissement d'un équilibre théoriquement indispensable.

Le temps pressant, M. Piccard renonce à sa troisième communication et se contente de faire circuler quelques photographies instantanées démontrant *les vibrations longitudinales dans les jets et chutes d'eau*, sujet sur lequel il a déjà publié différentes observations (*Archives des Sc. phys. et nat.* Juin 1889 et décembre 1890).

Séance du 20 mai 1890

DISCOURS D'OUVERTURE DU PRÉSIDENT

M. GOLLIEZ, professeur.

Messieurs et chers collègues,

La fête d'inauguration de l'Université de Lausanne ne saurait être complète sans associer à ses réjouissances les sociétés savantes du pays. L'activité scientifique de ces sociétés n'est aujourd'hui qu'un corollaire de celle de l'Université.

La Société vaudoise des sciences naturelles, messieurs, a un double titre pour être conviée à la fête et je suis fier de pouvoir le dire ici, fier non pas pour nous-mêmes, mais pour nos devanciers : ils ont tout fait pour nous amener à ce que nous sommes.

Vous avez entendu ailleurs, dans le courant de la cérémonie inaugurale, que le mouvement scientifique de la création d'une Faculté complète des sciences à Lausanne, est surtout le fait de la loi de 1869; avant cette date il existait un enseignement scientifique ici, mais il n'avait pas au sein de l'Académie l'importance qu'il eut depuis 1869 et surtout il n'avait aucun des caractères d'unité qu'il a pris dès ce moment.

Qui avait, ici, à Lausanne et dans le canton, pour ainsi dire le monopole de l'émulation scientifique ? C'était la Société des sciences naturelles. Elle fournissait depuis plus d'un demi-siècle les savants qui trouvaient dans notre belle nature les sujets de leurs travaux, et, par l'énergie, je dirais mieux encore par l'amour de la science que ses membres puisaient au sein des séan-

ces de notre Société, chacun d'eux gagnait ce sentiment qu'il est indispensable d'entretenir au cœur de tout savant qui travaille, le sentiment de l'utilité de ses efforts, de la réussite de ses recherches, de la vérité de ses affirmations.

Nous avons donc un peu le droit de considérer la Faculté des sciences de l'Université comme notre fille et j'ajoute avec tout le plaisir que peut produire une impression de cette nature : c'est une bonne fille. Elle nous rend aujourd'hui au centuple ce que nous avons fait pour elle, et c'est en elle, maintenant, que nous trouvons notre principale alimentation.

Le trait d'union qui nous relie à la fête universitaire est donc facile à trouver ; c'est, en effet, la création de la Faculté des sciences qui a amené l'Ecole de pharmacie, puis l'Ecole de médecine, enfin la Faculté de médecine. L'édifice est complet. La Société vaudoise des sciences naturelles n'a pas la prétention d'avoir déterminé tout le mouvement, mais elle peut avoir, comme je viens de le montrer, l'orgueil d'y avoir participé dans une large mesure. Cela justifie, me semble-t-il, la part que notre Société s'honore de prendre dans les fêtes solennelles auxquelles, messieurs, vous avez été conviés et auxquelles vous vous êtes associés en si grand nombre.

Messieurs, j'ai dit que notre Société avait un second titre pour être aujourd'hui de la fête : c'est qu'elle est aussi l'une de ces heureuses pupilles que la générosité de Gabriel de Rumine a si richement dotées.

Qu'est-ce, en effet, qui nous a permis de faire cette université ? Vous l'avez entendu lundi : c'est la dotation de Rumine. Or nous nous honorons d'avoir eu cet homme de bien comme membre de notre Société ; c'est au milieu de nous, dans notre sphère que se mouvaient ses préoccupations scientifiques et ses sentiments. C'est ici même, dans nos séances, qu'il s'inspira le plus. De Rumine était notre collègue, et il était un excellent collègue. Je ne dis pas cela parce qu'il nous a légué en nous quittant, trop tôt, hélas ! une somme de 100,000 fr., je le dis parce qu'il a apporté au milieu de nous un sentiment très digne et très élevé de la vérité scientifique ; c'est à ce sentiment même qu'il a voulu obéir en nous laissant le soin d'utiliser une fortune qu'il avait déjà largement mise au service de la science.

Cette inauguration de l'Université, c'est donc aussi sa fête à lui, et voilà pourquoi encore c'est notre fête, à nous qui avons le droit de le représenter ici au point de vue scientifique.

Messieurs, je voudrais qu'au moins pour un instant, détournant notre attention des préoccupations du jour, nos sentiments de reconnaissance soient exprimés à sa mémoire ; aussi, en l'honneur de ce généreux collègue, qui aurait tant de plaisir, je le crois, à nous voir ici réunis, permettez-moi de prier l'assemblée de se lever.

Vous comprenez maintenant combien la Société vaudoise des sciences naturelles tenait à être de la fête et combien elle vous est reconnaissante d'avoir répondu à son appel.

Savants confrères venus de toutes parts, membres honoraires qui nous avez fait le plaisir d'être des nôtres et vous, Messieurs mes collègues, je vous souhaite la bienvenue et je vous remercie. Puissent les quelques instants pendant lesquels nous allons nous entretenir rester comme un gage nouveau de la bonne confraternité que l'on rencontre partout où sont assemblés les ardents découvreurs de la vérité.

MEMBRES HONORAIRES ET DÉLÉGUÉS

des Universités étrangères
à l'inauguration de l'Université de Lausanne, présents
à la séance du 20 mai 1891.

MM. Léo Vignon, professeur à l'Ecole supérieure de pharmacie,	Lyon.
Ed. Sarasin,	Genève.
Dr Hollande, directeur de l'Ecole supérieure de sciences et lettres,	Chambéry.
Dr Bleicher, prof. d'histoire naturelle à l'Ecole supérieure de pharmacie,	Nancy.
G. Planchon, directeur de l'Ecole supérieure de pharmacie,	Paris.
R. Blondlot, professeur de physique,	Nancy.
E. Bichat, professeur,	Nancy.
Rietsch, prof. à l'Ecole de médecine,	Marseille.
Ph. Gosset,	Berne.

MM. Edouard Béraneck, professeur à l'Académie,	Neuchâtel.
Billeter, professeur à l'Académie,	Neuchâtel.
E. Hagenbach-Bischoff, professeur,	Bâle.
Emile Yung, professeur,	Genève.
Paul Girod, professeur,	Clermont-Ferrand.
Arnold Lang, professeur de zoologie,	Zurich.
Jules Piccard, professeur de chimie,	Bâle.
Macé de Lépinay, professeur à la Faculté des sciences,	Marseille.
Edmond Bouty, professeur à la Faculté des sciences,	Paris.
Prince Roland-Napoléon Bonaparte,	Paris.
Dr Zittel, professeur,	Munich.
Dr Ratzel, professeur,	Leipzig.
B. Bæff, docteur ès-sciences,	Chipka (Bulgarie).
Edouard Robert, prof. au Lycée de	Montpellier.
Albert Rilliet,	Genève.
Charles Soret, prof. de physique,	Genève.
G. Mattol, professeur à l'Ecole de pharmacie,	Montpellier.
J. Pernet, professeur à l'Ecole polytechnique,	Zurich.
L. Boutroux, professeur à la Faculté des sciences,	Besançon.
Albert Offret, maître des conférences à la Faculté des sciences,	Lyon.
Raphaël Dubois, professeur à la Faculté des sciences,	Lyon.

NOTE PRÉLIMINAIRE

SUR LA

MATURATION ET LA FÉCONDATION DE L'ŒUF DE LA TRUITE

par le Dr **Henri BLANC**,

Professeur à l'Université de Lausanne.

Les travaux publiés sur l'embryologie des poissons sont nombreux, mais très rares sont ceux qui traitent de la maturation et de la fécondation de l'œuf. Hoffmann [1], Kingsley et Conn [2], Agassiz et Whitman [3] ont seuls réussi à suivre ces phénomènes importants dans des œufs transparents de poissons marins, ces derniers s'aidant de la dissociation; Bœhm [4] les a observés dans l'œuf du Petromyzon de Planer en employant la méthode des coupes. Enfin Kupffer [5] a décrit la fécondation de l'œuf de la truite, mais il n'a pas réussi à en voir les stades importants.

Les recherches que nous avons entreprises avec l'œuf de la truite des lacs *(Trutta lacustris)* démontrent qu'il se comporte comme la grande majorité des œufs; il révèle même, traité d'une certaine façon, des détails nouveaux et importants de la maturation et de la fécondation.

Les lignes qui suivent ne sont que le résumé d'une première série de recherches faites sur des germes fixés, colorés et enfermés *in toto;* lorsque nous aurons complété cette méthode d'in-

[1] *Zur Ontogenie der Knochenfische.* Verhandelingen d. K. Akad. der Vetenschappen. Amsterdam, 1881-1883.

[2] *Some Observations on the Embryologie of the Teleosts.* Mem. Boston Society, III, 1883.

[3] *Développement des poissons osseux.* Histoire de l'œuf depuis la fécondation jusqu'à la segmentation. Extrait des Arch. zool. expérim. T. 8. Notes et Rev., p. XVII-XXI. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. XIV, 1889.

[4] *Ueber Reifung und Befruchtung des Eies von Petromyzon Planeri.* Archiv. für mikroskopische Anatomie, XXXII, 1888.

[5] *Die Befruchtung des Forelleneies.* Bayerische Fischerei-Zeitung, 1886.

vestigation par celle des coupes, nous publierons notre mémoire accompagné de planches explicatives dans un des prochains numéros de ce Bulletin.

L'œuf de la truite mûr, c'est-à dire enlevé de la cavité abdominale d'une femelle prête à frayer, possède une vésicule germinative de 0.012^{mm} de diamètre entrant en cinèse. Son élément nucléinien est divisé en une quantité de petits fragments qui formeront la couronne équatoriale du premier fuseau polaire.

Une demi-minute après la fécondation, le spermatozoïde, qui mesure 0.003^{mm} de diamètre, est situé dans l'épaisseur du germe, au-dessous du micropyle, à une certaine distance de la vésicule germinative. Celle-ci est en stade de fuseau polaire avec couronne équatoriale parallèle à la surface du germe.

2 minutes après la fécondation, le premier globule polaire est expulsé, mais il subsiste à la surface du germe, il n'entre donc pas dans le micropyle. La vésicule germinative après avoir passé par les stades des ascensions polaires, des couronnes polaires, est rentrée à l'état de repos ; elle se reconstitue. Le spermatozoïde s'est, sans se modifier apparemment, un peu plus enfoncé dans le germe.

40 minutes après la fécondation, la vésicule germinative est pour la seconde fois en stade de couronne équatoriale ; celle-ci est placée dans un plan méridien perpendiculaire à la surface du germe. Le spermatozoïde est entouré d'une petite zone de protoplasme très clair.

1 $^1/_4$ heure après la fécondation, les tronçons de l'élément nucléinien ont effectué leurs ascensions polaires et forment les deux couronnes polaires du second fuseau qui est perpendiculaire à la surface du germe. Le spermatozoïde a pendant ce laps de temps augmenté de volume, il mesure 0.006^{mm} de grosseur, et de cordiforme qu'il était, il est devenu ovoïde. Tout près de lui, on aperçoit une belle figure solaire, c'est-à-dire des filaments nombreux, très longs et très distincts, rayonnant tous autour d'un centre clair. Quant au premier globule polaire, il a disparu après s'être préalablement désagrégé.

2 heures après la fécondation, l'expulsion du second globule polaire est effectuée ; la vésicule germinative s'est ainsi transformée en pronucléus femelle, autour duquel se montrent quelques filaments rayonnants.

4 heures après la fécondation, le pronucléus femelle est en voie de reconstitution; une figure solaire en tout semblable à celle qui accompagne le spermatozoïde transformé en pronucléus mâle, s'observe dans son voisinage immédiat.

6 heures après la fécondation, les deux pronucléus mâle et femelle sont parfaitement identiques l'un à l'autre; tous deux ont la même grosseur, c'est-à-dire 0.006^{mm}, la même forme ovalaire et une structure semblable. Ils se sont, en outre, sensiblement rapprochés l'un de l'autre. Le centre solaire spermatique, le pronucléus mâle, le pronucléus femelle et le centre solaire ovifère sont disposés dans un même plan équatorial, parallèle à la surface du germe et suivant une ligne droite dont les centres solaires occupent les extrémités. Le second globule polaire s'observe à la surface du germe.

7 heures après la fécondation, la conjugaison des deux pronucléus se prépare. Toujours situés dans un même plan équatorial, ils sont maintenant juxtaposés et les deux centres solaires sont si près l'un de l'autre qu'une partie de leurs filaments s'entrecroisent. Chaque pronucléus a encore augmenté de volume et mesure 0.009^{mm}, et le contenu, d'homogène qu'il était, est maintenant formé d'une ou deux grosses vacuoles qui ont refoulé à la périphérie des granulations se colorant très bien.

8 heures après la fécondation, la conjugaison est terminée, c'est-à-dire que les deux pronucléus juxtaposés se sont fusionnés pour former une masse ovalaire bien limitée de 0.015^{mm} de grosseur; son contenu vacuolaire et granuleux occupe le centre d'une grande figure solaire qui représente les deux centres solaires fondus ensemble.

9 heures après la fécondation, le noyau de segmentation est constitué; les grosses vacuoles ont disparu et leur contenu est franchement réticulaire. Autour de lui, rayonnent dans tous les sens de longues fibrilles. Le second globule polaire est ratatiné et est en voie de disparaître.

10 heures après la fécondation, commence la segmentation de l'œuf; elle débute par un sillon situé dans un plan perpendiculaire au plan équatorial dans lequel se sont opérées les conjugaison et fusion des pronucléus et des centres solaires.

Les quelques germes d'œufs non fécondés que nous avons examinés nous engagent à admettre que la vésicule germinative expulse aussi deux globules polaires.

Dans les cas de polyspermie qui sont fréquents, surtout lorsqu'on procède à la fécondation artificielle par la méthode russe, chaque spermatozoïde grossit dans le germe et est accompagné de son centre solaire, tout comme le pronucléus mâle dans les fécondations normales.

Nous nous résumerons en disant :

1° Les phénomènes de maturation de l'œuf de la truite débutent par l'expulsion de deux globules polaires et par l'apparition d'un centre solaire accompagnant le pronucléus femelle.

2° Le spermatozoïde transformé en pronucléus mâle possède également son centre solaire.

3° L'acte de la fécondation proprement dite consiste dans la fusion des deux pronucléus mâle et femelle et dans celle de leurs centres solaires.

En attendant que la méthode des coupes nous révèle ce que contient le centre des figures solaires et d'autres détails qui ont leur importance, nous pouvons dores et déjà considérer les faits exposés comme confirmant avec toutes ses conséquences pour la fécondation, la théorie centrocinétique de Fol [1], qu'il vient de développer en étudiant la maturation et la fécondation de l'œuf d'un oursin, le *Strongylocentrotus lividus*.

Le 1er août 1891.

[1] Le quadrille des centres. Un épisode nouveau dans l'histoire de la fécondation (extrait).

Archives des sciences physiques et naturelles. 3me période, T. XXV. N° 4, 15 avril 1891.

SUR LA DILATATION DE L'EAU

PAR

L.-C. DE COPPET.

On n'a pas trouvé jusqu'à présent, à ma connaissance, de formule théorique exprimant la dilatation de l'eau.

J'en ai cherché une en partant de l'idée déjà ancienne que les molécules qui constituent l'eau sont de deux espèces : les unes simples, les autres complexes. Ces dernières résulteraient de l'association physique de deux ou plusieurs molécules simples.

Autrefois les partisans de cette manière de voir admettaient que l'eau à la température de 4° C et au-dessous contient des *particules de glace* en dissolution. Ils attribuaient à ces particules de glace liquide un volume plus grand que la somme des volumes des molécules d'eau proprement dite dont elles étaient composées. Ils supposaient que le nombre de particules de glace liquide augmente à mesure qu'on abaisse la température de l'eau au-dessous de 4°, et ils expliquaient ainsi la dilatation anormale que produit le refroidissement de ce liquide au-dessous de cette température.

Lorsque, il y a 20 ans, je m'occupais d'expériences sur la congélation des solutions salines [1], je me rendais compte par des considérations analogues de l'abaissement du point de congélation de l'eau produit par les substances qu'elle tient en dissolution. On sait que cet abaissement est en général proportionnel à la quantité de substance dissoute (loi de Blagden). J'en concluais que l'action de la substance en dissolution tendait à désagréger les molécules complexes du dissolvant et à les résoudre en molécules simples, et que le nombre de molécules complexes ainsi décomposées était proportionnel au nombre de molécules de la substance dissoute [2].

[1] *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, nos 64 et 66 (1871). — *Annales de Chimie et de Physique.* 4e série, XXIII, XXV et XXVI.

[2] Je m'expliquais de même l'abaissement de la température du maximum de densité de l'eau. J'ai montré *(l. c.)* que l'abaissement de la température du maximum de densité marche parallèlement à l'abaissement du point de congélation. Je me réserve de reprendre prochainement cette étude.

L'existence de molécules liquides complexes est admise aujourd'hui par plusieurs physiciens et chimistes [1].

On sait que dans la théorie de la dissociation, telle que Pfaundler l'a basée sur les travaux de Clausius, on admet que, par suite du choc incessant des molécules entre elles, la température (force vive) des molécules individuelles varie entre des limites très étendues. Mais la moyenne des températures des molécules demeure constante, si la température moyenne (celle indiquée par le thermomètre) est invariable. Les températures des molécules sont les unes supérieures, les autres inférieures à la température moyenne. Si les molécules sont susceptibles de décomposition à une température déterminée, et si la température moyenne est voisine de la température de décomposition, celles d'entre les molécules dont la température atteindra cette dernière se décomposeront; et si l'on élève progressivement la température moyenne, on observera le phénomène de la dissociation ou décomposition partielle et progressive.

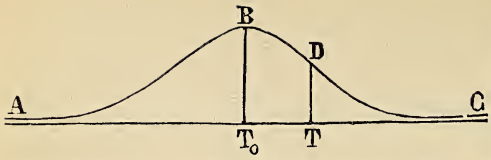
Il est naturel d'admettre avec A. Naumann, dans son étude sur la marche de la dissociation [2], que les écarts entre les températures des molécules et la température moyenne doivent être d'autant plus rares qu'ils sont plus considérables. En d'autres termes, un grand nombre de molécules doivent être affectées de faibles écarts de température, et un petit nombre seulement d'écarts très grands. En outre, le nombre de molécules dont la température dépasse la moyenne doit être sensiblement égal au nombre de molécules dont la température est inférieure à la moyenne. Il en résulte que la *température de décomposition* n'est autre que la température moyenne à laquelle la moitié des molécules sont décomposées.

Horstmann a montré [3] que la répartition des températures moléculaires au-dessus et au-dessous de la température moyenne doit avoir lieu comme l'exige la théorie des probabilités.

[1] Comp. entre autres, de Heen, *Théorie des liquides* (Paris 1888); — Traube, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, XXIII, 3582 (1890); — et notamment Eötvös, *Wiedmanns Annalen*, XXVII, 458 (1886).

[2] *Annalen der Chemie u. Pharmacie.* Suppl. V, 366 (1867). — *Lehrbuch der Thermochemie,* p. 112 (1882).

[3] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft,* I, 211 (1868).



La figure ci-contre représente la courbe dite des probabilités. Les abscisses représentent les températures. Si T_0 est la température moyenne, le nombre des molécules dont la température est T est proportionnel à l'ordonnée DT. Le nombre de molécules dont la température est inférieure à T est au nombre de molécules dont la température est supérieure à T, comme la surface ABDT est à la surface TDC.

Si T_0 est la température de décomposition et T la température moyenne, le nombre de molécules décomposées est au nombre de molécules non décomposées comme la surface ABDT est à la surface TDC.

J'ai dû rappeler ces théories pour l'intelligence de ce qui va suivre. Leurs auteurs n'avaient eu en vue d'abord que la dissociation des gaz. Mais rien ne s'oppose à ce qu'on applique ces idées à la dissociation des corps liquides.

Dilatation de l'eau.

Je suppose l'eau constituée de deux espèces de molécules : des molécules simples et des molécules complexes, celles-ci formées chacune par l'association de n molécules simples.

Soit N le nombre total de molécules simples contenues dans la masse liquide, y compris celles constituant les molécules complexes. Soit T_0 la température de décomposition des molécules complexes, v le volume à T_0 d'une molécule simple, rnv (où $r > 1$) le volume d'une molécule complexe. J'admets que la dilatation d'un liquide formé uniquement de molécules de même espèce est linéaire (comme l'est sensiblement celle du mercure). Soit α le coefficient de dilatation afférent aux molécules simples, β celui afférent aux molécules complexes.

Si la température moyenne était suffisamment basse, la masse entière du liquide serait formée de molécules complexes dont le nombre serait $\frac{N}{n}$. La température T_0 étant celle de la décomposition des molécules complexes, lorsque le thermomètre plongé

dans le liquide marque T_0, la moitié des molécules complexes est décomposée (Naumann), et le volume à T_0 est

$$V_{T_0} = \frac{N}{2} v + \frac{N}{2n} rnv.$$

Elevons maintenant la température de T_0 à T, et soit s le nombre de molécules complexes qui se résolvent en molécules simples par suite de cette élévation de température. Le volume à T est

$$V_T = \left(\frac{N}{2} + ns\right)\left(1 + \alpha(T - T_0)\right) v + \left(\frac{N}{2n} - s\right)\left(1 + \beta(T - T_0)\right) rnv$$

$$= \frac{N}{2} v \left\{1 + \alpha(T - T_0) + r\left(1 + \beta(T - T_0)\right)\right\} +$$

$$+ nv \left\{1 + \alpha(T - T_0) + r\left(1 + \beta(T - T_0)\right)\right\} s.$$

Cette expression est de la forme

$$V_T = a + b(T - T_0) + \left(c + d(T - T_0)\right) s$$

où a, b, c et d sont des coefficients numériques.

D'après ce qui a été dit ci-dessus, s est proportionnel à la surface T_0BDT (voir la figure), c'est-à-dire à

$$\frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_0^{T - T_0} e^{-h^2 (T - T_0)^2} dT.$$

Dans cette expression e est la base des logarithmes népériens, et h est une constante qui dépend de la nature du liquide considéré.

Supposons pour le moment $h = 1$. Posons $T - T_0 = t$, et

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt = \Theta(t).$$

Nous pouvons alors écrire

$$V_T = a + bt + (c + dt)\,\Theta(t)$$

Cette formule doit exprimer la dilatation de l'eau si les hypothèses sur lesquelles elle est basée sont vraies.

On possède des tables donnant les valeurs de l'intégrale $\Theta(t)$[1]. Si l'on connaissait T_0 et h, on calculerait facilement, à l'aide des données expérimentales, les coefficients a, b, c et d. Mais rien n'indique, *a priori*, quelles peuvent être les valeurs des constantes T_0 et h.

J'ai calculé cependant plusieurs fois les coefficients a, b, c, d en attribuant à T_0 et à h des valeurs prises pour ainsi dire au hasard. Mais on peut travailler longtemps de cette façon sans parvenir à un résultat satisfaisant, quand même la théorie serait parfaitement juste. En outre, pour avoir des résultats rigoureusement comparables entre eux, il faudrait faire tous les calculs par la méthode des moindres carrés. Je n'ai pu procéder ainsi à cause de la longueur des calculs. Les résultats que j'ai obtenus par la méthode des équations de condition varient sensiblement entre eux suivant la manière, toujours plus ou moins arbitraire, dont les équations ont été combinées.

En procédant comme je l'ai fait, je n'ai obtenu des résultats se rapprochant des données expérimentales qu'en supposant $T_0 = 0$ à 4°, et $h = 0{,}005$ à $0{,}002$.

En supposant $T_0 = 0°$ et $h = 0{,}002$ j'ai trouvé (le volume à 4° étant pris par unité)

$$V_T = 1{,}000106 - 0{,}0172145\,T + \left(7{,}603886 + 0{,}0031708\,T\right)\Theta(t) \;\ldots\ldots\; (I)$$
$$\text{où } t = 0{,}002\,T$$

En supposant $T_0 = 4°$, et $h = 0{,}002$ j'ai trouvé

$$V_T = 1 - 0{,}0157888\,(T-4) + \left(6{,}993730 + 0{,}0030216\,(T-4)\right)\Theta(t) \;\ldots\ldots\; (II)$$
$$\text{où } t = 0{,}002\,(T-4)$$

En supposant $T_0 = 4°$, et $h = 0{,}003$ j'ai trouvé

$$V_T = 1 - 0{,}0071944\,(T-4) + \left(2{,}120479 + 0{,}0020848\,(T-4)\right)\Theta(t) \;\ldots\ldots\; (III)$$
$$\text{où } t = 0{,}003\,(T-4)$$

[1] On trouve une table des valeurs de $\theta(t)$ pour $t = 0{,}01$, 0.02 ..... dans Bertrand, *Calcul des probabilités* (Paris, 1889). La table suppose $h = 1$. Si h n'est pas égal à 1, il faut remplacer dans la table 0,01, 0,02 ..... par $\frac{0{,}01}{h}$, $\frac{0{,}02}{h}$ ..... On pose $\frac{t}{h} = T - T_0$. Les valeurs de $\theta(t)$ qui ne se trouvent pas dans la table s'obtiennent par interpolation avec une exactitude suffisante.

Je vais montrer maintenant jusqu'à quel point il y a concordance entre ces formules et les données expérimentales.

Le tableau I contient un résumé des principales données expérimentales sur la dilatation de l'eau. Ce sont les moyennes de ces données qui ont servi de base à mes calculs [1].

Dans le tableau II sont les volumes calculés à l'aide des trois formules ci-dessus. Dans la 1re colonne sont les températures; dans la 2de les volumes correspondants, moyennes des données expérimentales du tableau I. Les 3me, 4me et 5me colonnes contiennent les volumes calculés. Dans les 6me, 7me et 8me colonnes sont les différences (en millionièmes) entre les valeurs moyennes de la 1re colonne et celles calculées à l'aide des formules.

Pour faciliter la comparaison entre les volumes calculés et les volumes observés, j'ai rangé, dans le tableau III, tous les résultats par ordre de grandeur. Dans ce tableau les observations expérimentales sont désignées par la lettre initiale du nom de leur auteur (celles de Plücker et Geissler par G), et les données calculées à l'aide des formules, par les chiffres romains I, II, III.

Ce tableau fait voir qu'à 0°, par exemple, la plus petite donnée est celle de la formule I. Puis viennent, par ordre de grandeur, les données de Plücker et Geissler, Pierre, Kopp, Joly, etc.

Les formules I et II donnent le minimum de volume à 4° environ, conformément aux meilleures observations. D'après la formule III, le minimum serait à 5° environ (tableau II), ce qui est trop haut. En somme, c'est la formule II qui concorde le mieux avec les expériences.

[1] La plupart de ces données sont extraites de Pfaundler, *Lehrbuch der Physik*, II. B., 81 (1879). Celles de Plücker et Geissler sont établies d'après Poggendorffs *Annalen*, LXXXVI, planche III. Les autres proviennent de Weidner, Poggendorffs *Annalen*, CXXIX, 300 (1866). Au lieu des moyennes de toutes ces données prises indistinctement, j'aurais pu employer avec avantage, pour les températures supérieures à zéro, les moyennes établies par Volkmann (Wiedmann's *Annalen*, XIV, 260, 1881). Je n'en ai eu connaissance que trop tard.

TABLEAU I

Volume de l'eau (le vol. à 4° = 1).

Température	Observations de								
	KOPP	DESPRETZ	JOLY	PIERRE	ROSSETTI	HAGEN	MATTHIESSEN	PLUCKER et GEISSLER	WEIDNER
—9	—	1,001631	—	1,001520	—	—	—	—	1,001613
—6	—	1,000918	—	1,000865	1,000810	—	—	—	1,000893
—4	—	1,000562	—	1,000557	1,000516	—	—	1,000519	1,000540
0	1,000123	1,000127	1,000126	1,000118	1,000136	1,000127	—	1,000114	1,000137
10	1,000247	1,000268	1,000257	1,000271	1,000246	1,000269	1,000271	1,000286	—
15	1,000818	1,000875	1,000847	1,000850	1,000833	1,000849	1,000892	—	—
20	1,001690	1,001790	1,001732	1,001717	1,001742	1,001721	1,001814	—	—
30	1,004187	1,004330	1,004234	1,004195	1,004275	1,004250	1,004345	—	—
40	1,007654	1,007730	1,007627	1,007636	1,007738	1,007711	1,007730	—	—
50	1,011890	1,012050	1,011877	1,011939	1,011907	1,011994	1,011963	—	—
60	1,016715	1,016980	1,016954	1,017243	1,016861	1,017009	1,016964	—	—
70	1,022371	1,022550	1,022384	1,023064	1,022529	1,022675	1,022648	—	—
80	1,028707	1,028850	1,029003	1,029486	1,028836	1,028932	1,028953	—	—
90	1,035524	1,035660	1,035829	1,036421	1,035662	1,035715	1,035813	—	—
100	1,043114	1,043150	1,043116	1,043777	1,043116	1,042969	1,043150	—	—

TABLEAU II

Volume de l'eau (le vol. à 4° = 1).

Température	Moyenne des observations Tab. I	Volume calculé.			Différences.		
		I	II	III	I	II	III
—9	1,001588	1,001194	1,001276	1,001453	—394	—312	—135
—6	1,000872	1,000712	1,000759	1,000890	—160	—113	+18
—4	1,000539	1,000441	1,000495	1,000595	—98	—44	+56
—1	—	1,000169	1,000202	1,000262	—	—	—
0	1,000126	1,000106	1,000134	1,000180	—20	+8	+54
1	—	1,000058	1,000067	1,000113	—	—	—
3	—	1,000015	1,000013	1,000024	—	—	—
4	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	—	—	—
5	—	1,000009	1,000006	0,999990	—	—	—
10	1,000264	1,000253	1,000205	1,000151	—11	—59	—113
20	1,001744	1,001695	1,001563	1,001455	—49	—181	—289
30	1,004259	1,004290	1,004081	1,003957	+31	—178	—302
40	1,007689	1,007894	7,007630	1,007520	+205	—59	—169
50	1,011946	1,012367	1,012076	1,012001	+421	+130	+55
60	1,016961	1,017561	1,017287	1,017257	+600	+326	+296
70	1,022603	1,023333	1,023126	1,023139	+730	+523	+536
80	1,028962	1,029539	1,029466	1,029514	+577	+504	+552
90	1,035803	1,036034	1,036169	1,036223	+231	+366	+420
100	1,043199	1,042671	1,043103	1,043125	—528	—96	—74

TABLEAU III

Température											
—9°	I	II	III	P	W	D					
—6	I	II	R	P	W	D	III				
—4	I	II	R	G	W	P	D	III			
0	I	G	P	K	J	D	H	II	R	W	III
10	III	II	R	K	I	J	D	H	P	M	G
20	III	II	K	I	P	H	J	R	D	M	
30	III	II	K	P	J	H	R	I	D	M	
40	III	J	II	P	K	H	D	M	R	I	
50	J	K	R	P	M	H	III	D	II	I	
60	K	R	J	M	D	H	P	III	II	I	
70	K	J	R	D	M	H	P	II	III	I	
80	K	R	D	H	M	J	II	P	III	I	
90	K	D	R	H	M	J	I	II	III	P	
100	I	H	II	K	R	J	III	D	M	P	

Dans les conditions où j'ai dû forcément faire ces calculs, je ne pouvais guère espérer un résultat meilleur. Mais il va sans dire que les écarts entre les chiffres calculés et ceux fournis par l'expérience peuvent être dus, avant tout, à une ou plusieurs inexactitudes dans les hypothèses qui ont servi de base à la théorie.

Il est probable que le phénomène n'est pas aussi simple que je l'ai supposé.

Néanmoins, le résultat obtenu ci-dessus me paraît avoir quelque intérêt.

NOTICE

SUR LE CLIMAT DE MONTREUX

par **C. BUHRER.**

Pl. XV, XVI, XVII et XVIII.

Sur la rive septentrionale du lac Léman, aux pieds des Alpes qui enserrent le Haut Lac par un prolongement allant à la rencontre du Jorat, s'étale une contrée privilégiée sous le rapport de la beauté du paysage, aussi bien que sous celui du climat. La Veveyse sépare le Jorat des Alpes, ses eaux baignent les assises des Pleïades, le contrefort le plus avancé vers l'Occident du massif vaudois.

Les pentes des montagnes sont richement boisées ou couvertes de pâturages et, dans le bas, s'étendent des vignes et de beaux vergers. La vigne prospère admirablement sur les coteaux ensoleillés jusqu'à une altitude de 600 mètres et constitue la principale culture du pays. Des forêts de châtaigniers couvrent les parties tournées au Nord ou au couchant, exposition peu propice au développement des ceps. De nombreux groupes de noyers, de pêchers, de figuiers et de mûriers, dont les fruits arrivent chaque année à pleine maturité, coupent le paysage de tous côtés. L'olivier a jadis existé sur les rives du Léman, de Cully à Villeneuve, et à Rivaz, notamment, on doit l'avoir cultivé. Aujourd'hui il a disparu, à l'exception de quelques exemplaires. Feu le Dr Buenzod en possédait un magnifique dans son jardin près de l'église de Montreux. Il avait une quinzaine de mètres de hauteur; une forte chute de neige dans l'hiver de 1879 l'a écrasé et il a péri dès lors. Le plus grand exemplaire que nous connaissions actuellement se trouve sur la terrasse de l'hôtel Roth, à Clarens. Il a de 8 à 10 mètres de haut, et même le dernier hiver, exceptionnellement rigoureux, ne paraît l'avoir nullement incommodé dans sa croissance.

Dans les jardins de Montreux croissent de nombreux spécimens de plantes méridionales. Des grenadiers, des palmiers (chamærops), quelques exemplaires isolés de myrthes, de fuchsias et d'eucalyptus prospèrent en pleine terre.

Des observations météorologiques ont été faites à Montreux (Vernex) par le Dr A. Carrard, du 1er décembre 1863 à la fin de l'année 1870 et de 1874 à 1877, observations enregistrées dans les Annales météorologiques du Bureau central de Zurich. M. le Dr Hans Schardt a fait à Vernex des observations pluviométriques et de nébulosité de 1884 à 1888. Dès le mois d'avril de cette dernière année, une station météorologique suisse fut installée à Clarens, dans la partie occidentale de Montreux, et quelques mois plus tard une autre à Territet, dans la partie orientale. Territet est situé au pied même du Mont de Caux, éperon détaché des Rochers de Naye; Clarens est un peu plus éloigné de la base de la montagne. La distance de ces deux points est de deux kilomètres et demi. A un kilomètre au NW. de Clarens se trouvent les Bassets, où M. de Pury a fait depuis longtemps des observations, contenant malheureusement des lacunes dues aux absences de l'observateur.

Température.

La température moyenne de Montreux, calculée sur une période de quatorze années, est de 10°.18; elle est, après celle de Lugano, la plus élevée en Suisse. Voici le tableau des moyennes mensuelles à 7, 1 et 9 heures; la moyenne du mois est calculée d'après la formule $^1/_4\,(7+1+9+9)$:

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.
7 hres.	0.00	0.78	2.64	7.53	12.89	16.27	17.51	16.40	12.72	8.08	3.84	0.64
1 »	3.88	5.31	7.47	13.19	17.67	21.27	22.69	21.42	19.21	13.26	8.07	4.11
9 »	1.09	2.34	4.34	9.48	13.77	16.93	18.41	17.40	14.82	9.38	5.02	1.38
Moyenne	1,49	2.68	4.68	9.91	14.69	17.81	19.43	18.16	15.37	10.03	5.48	1.93

Les moyennes par saison sont: Printemps 9°.76, été 18°.46, automne 10°.29, hiver 2°.33. La température la plus basse est atteinte au mois de janvier (exceptionnellement en février) à 7 heures du matin, où elle descend à 0°.0; le maximum se trouve au mois de juillet et arrive à 22°.69, à 1 heure. La progression de la température est très régulière, comme le montre la Planche XV.

La distribution de la température dans les différentes parties de Montreux est due avant tout à la configuration topographique. Le soleil se lève plus tôt dans la partie occidentale, aux Bassets et à Clarens, que dans la partie orientale; la différence de durée d'insolation est d'une heure à la fin de décembre. Il en résulte que la température du matin est plus élevée à Clarens qu'à Territet; elle est de 7°.81 contre 7°.43 (voir Pl. XVI). Cette différence est encore plus accentuée de mai à septembre, période pendant laquelle l'effet du soleil a eu le temps de se faire sentir à Clarens avant la première lecture du thermomètre, tandis que Territet est resté en partie encore dans l'ombre.

	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	(1889 et 1890).
Clarens .	7°.45	13°.61	16°.49	17°.28	16°.79	12°.00	
Territet .	6°.27	12°.28	15°.55	15°.80	15°.73	11°.97	

Cette infériorité de la température matinale est compensée par celle d'une heure :

	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	(1889 et 1890).
Clarens .	10°.41	15°.77	19°.10	20°.12	19°.45	16°.11	
Territet .	10°.37	16°.46	19°.96	21°.37	19°.69	15°.97	

La différence des moyennes annuelles entre Territet et Clarens est de 0°.04 et entre Clarens et les Bassets de 0°.75.

Territet a eu en 1889 et 1890 9°.10, Clarens 9°.06 et les Bassets 8°.31 ; ce dernier chiffre est tiré des températures maximales et minimales, seules notées, et a nécessité plusieurs interpolations.

Ensuite de la configuration de la rive, qui donne à Clarens une orientation d'E. à W., à Territet de S E. à N W., le maximum de température doit être atteint plus tard à Territet qu'à Clarens, où il a lieu dans la règle entre 2 et 3 heures (un peu plus tôt par ciel couvert). Le rayonnement est plus fort dans la partie occidentale qu'à l'opposé. Aux Bassets Coulon, à un demi-kilomètre du lac, le minimum est souvent de quelques degrés plus bas qu'à Clarens, où le minimum absolu est quelquefois plus bas qu'à Territet; le maximum est, d'un autre côté, légèrement plus élevé à Clarens. L'insolation y est donc un peu plus forte, circonstance due sans doute à la plus grande durée des heures de soleil. Ceci nous expliquerait aussi le phénomène du plus prompt dégel dans les hauteurs qu'au bord même du lac. Dans les années 1889 et 1890, il y a eu à Clarens 106 jours de gel avec dégel (58 en 1889 et 48 en 1890) et aux Bassets 158 (82 et 76); dans la même période, il y a eu à Cla-

rens 49 jours sans dégel (22 et 27), tandis qu'aux Bassets le nombre des jours très froids ne s'est élevé qu'à 37 (15 et 22).

Nous ne pouvons quitter le chapitre de la température sans mentionner le rôle joué à son égard par le lac. Dès le mois de janvier jusqu'en août, le lac refroidit la température de l'air, en se réchauffant à ses dépens; d'août à février, il réchauffe au contraire l'air ambiant en lui abandonnant lentement sa chaleur emmagasinée. Le printemps et le commencement de l'été sont, par conséquent, moins chauds à Montreux, l'automne et l'hiver plus chauds que dans des localités relativement rapprochées, mais éloignées de l'action modératrice du lac.

Voici un tableau donnant la température des saisons à Montreux et à Bex, ville située à 22 kilomètres dans la plaine du Rhône, et dont l'altitude et l'exposition topographique diffèrent peu de celles de Montreux.

	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
Montreux . .	2°.33	9°.76	18°.46	10°.29
Bex	1°.48	10°.12	18° 00	9°.75

Beaucoup de personnes s'étonnent de voir la végétation au printemps moins avancée à Montreux que dans les endroits réputés moins chauds ou situés beaucoup plus au nord; l'explication est facile à donner, comme on le voit.

Le rôle du lac sur le climat de Montreux ne se borne pas à la température; il influe notablement sur la nébulosité et il est cause de vents locaux.

La *pression barométrique* (voir Pl. XVII), dont nous ne possédons que neuf années d'observations, se meut entre les extrêmes de 725^{mm}.0, moyenne de 1 heure du mois de mars, et 731^{mm}.4, moyenne de janvier, à 9 heures du soir. Les moyennes annuelles sont 729^{mm}.5 pour 7 h. et pour 9 heures; 729^{mm}.1 pour 1 heure, donnant ainsi une hauteur de 729^{mm}.4 pour la journée. Les limites dans les amplitudes mensuelles ont été notées au mois de janvier 1889, qui en avait 31^{mm}.0, et le mois de février 1891, qui n'en avait que 10^{mm}.5.

Voici le tableau des moyennes mensuelles à 7, 1 et 9 heures :

	Janv.	Fevr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octob.	Nov.	Déc.
7 h^{res}.	730.1	731.4	725.3	727.8	728.2	730.5	730.0	729.6	731.3	729.1	730,8	730.4
1 »	729.9	731.1	725.0	727.3	727.6	729.9	729.5	729.3	730.8	728.9	730.5	730.2
9 »	731.4	731.2	725.6	727.5	727.8	730.1	729.6	729.3	731.0	729.2	730.8	730.7
Moyenne	730.1	731.2	725.3	727.7	728.3	730.2	729.7	729.4	730.8	729.0	730.7	730.4

La *nébulosité* est de 5.7; la courbe sur la Pl. XVII atteint son maximum au mois de décembre, avec une moyenne de 7; dès le commencement de l'année elle diminue graduellement jusqu'en juillet, remonte légèrement au mois d'août et atteint son plus bas niveau en septembre, avec une moyenne de 4.4.

Dans la période de 1864 à 1870 et 1888 à 1891, nous trouvons par mois une moyenne de 8 jours sereins (0 à 2.5 de l'échelle, 0 à 10), 11 jours nuageux (de 2.6 à 7.5) et 11 jours couverts (de 7.6 à 10).

Le tableau suivant indique cette proportion pour chaque mois :

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
urs sereins. .	6	7	6	9	9	9	10	8	12	6	6	4
» nuageux .	11	8	10	11	13	13	10	12	10	10	10	11
» couverts .	14	12	14	8	9	8	8	10	7	13	13	16

M. le Dr H. Schardt, dans ses observations de 1884 à 1888, a employé une autre échelle, 0 à 5, et a divisé les jours en journées claires à demi-couvertes et nuageuses à couvertes. Il a trouvé pour la première catégorie (moyenne des 5 années) 181 et pour la seconde 184 jours par an.

A partir du mois de novembre jusque vers la fin de l'année, lorsque la température de l'air s'abaisse en dessous de celle du lac, Montreux subit les brouillards des hauteurs (ou Höhennebel). Ce phénomène, désagréable pour ceux qui se trouvent dessous, superbe pour les habitants qui le contemplent de haut, est cause d'étranges phases d'inversion de la température. Sa durée et son intensité varient d'ailleurs beaucoup d'une année à l'autre.

Le brouillard proprement dit est presque inconnu ici. Les Annales de Zurich n'ayant pas enregistré ce météore dans les années qui nous intéressent, nous n'avons que nos propres observations depuis 1888; pendant ce temps, nous ne l'avons constaté que 6 fois; sa plus longue durée n'a pas excédé une heure et demie.

Les vents.

Montreux se trouve, grâce à son paravent de montagnes, en dehors du chemin parcouru par les vents généraux balayant le plateau suisse. Il suffira de dire qu'en 1890, sur 730 observations, il y a eu 612 accalmies. Les vents les plus fréquents sont ceux de S W., W. et N W.; ceux de N E, E. et S E. manquent

presque totalement. Le seul vent dont l'impétuosité peut s'élever jusqu'à la force d'un ouragan, est le vent du sud, la « vaudaire » ou Föhn de la Suisse allemande. La « bise » ou vent du Nord pénètre chez nous par la profonde entaille qui sert de lit à la Veveyse; elle s'étale en éventail au sortir de ces gorges et peut arriver à Montreux, fortement atténuée, comme vent de NW. à W.

Clarens a plus fréquemment du vent; il jouit par conséquent d'un air plus mouvementé que Territet. Par contre, le changement de direction imprimé aux vents par les saillies et les parois des montagnes, où ils viennent se heurter et se briser, paraît dans certains cas augmenter leur force. Voici quelques observations cueillies au hasard :

	Clarens.	Territet.
15 février 1889. .	NW. 1-2	N. 1-2
10 avril » .	N. 1.	N. 1.
24 juillet » .	NW. 2-3	W. 3-4
26 » » .	NW. 1-2	N. 1-2
15 août » .	NW. 1-2	NW. 1
20 » » .	NW. 1.	NW. 2
20 janvier 1890. .	NW. 4	NW. 3-4
15 mai » .	S. 3-4	S. 3-4
18 octobre » .	NW. 1	N. 3-4
4 novemb. » .	SW. 3-4	S. 2

Les vents locaux, dus à la proximité du lac, sont plutôt des courants, rarement assez forts pour être indiqués par un mouvement de la girouette. On sait que la surface de la terre absorbe plus facilement que la surface de l'eau la chaleur des rayons solaires. Les couches d'air inférieures, en subissant une dilatation au contact du terrain échauffé, s'élèvent en suivant les pentes des montagnes, entraînant à leur suite l'air du fond de la vallée. Il s'établit ainsi, pendant les premières heures après le lever du soleil, un courant ascendant très sensible du lac à la montagne. Les mêmes causes provoquent le soir un courant d'air descendant, nous amenant tour à tour les senteurs des champs de narcisses en fleurs, les émanations des bois de sapin ou le parfum de l'herbe fraîchement fauchée.

L'*humidité relative* tient le pas avec la nébulosité (voir Pl. XVIII). Elle est la plus faible dans les mois d'été et atteint son maximum d'intensité vers la fin de l'année. Voici un tableau rendant compte du degré d'humidité relative par mois :

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
7 heures.	83.2	83.7	82.2	81.5	79.3	77.9	79.3	83.4	87.9	77.3	85.6	87.0	82.3
1 »	74.5	72.7	67.8	65.2	65.4	62.9	62.8	66.8	70.7	73.4	73.8	77.0	69.4
9 »	82.8	78.5	76.6	73.1	74.6	73.1	73.4	80.0	82.7	85.6	84.0	85.8	79.1
Moyenne.	80.1	78.3	75.5	73.4	73.2	71.1	71.6	77.0	80.9	82.6	80.3	83.5	77.2

Pluie, neige et orages (voir Pl. XVIII).

Les observations pluviométriques ont été faites pendant dix-huit années à Montreux (Vernex, Clarens et Territet) et pendant dix années, partiellement, aux Bassets. Il en résulte qu'il tombe chez nous annuellement, 1203^{mm}.2 d'eau sous forme de pluie, de neige, de grésil, etc., répartie sur 135 jours (*). La grande perméabilité du sous-sol, composé de calcaire et en partie de grès, ou d'alluvion fluviale comme les cônes de déjections sur lesquels est bâtie une partie de Montreux (Clarens, Rouvenaz et Bonport), facilitent la prompte disparition des eaux pluviales.

Le mois le plus pauvre en précipitations atmosphériques est janvier, le plus riche août. Voici un tableau donnant le nombre de jours de pluie et la quantité d'eau tombée. Nous le faisons suivre d'un second tableau résumant les chutes d'eau des Bassets, Clarens et Territet en 1889 et en 1890 :

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Jours	9	8	12	11	12	13	11	12	8	12	9	8
(dont 4 de neige)		(4 n.)	(2 n.)	(1 n.)							(1 n.)	(2 n.)
Quantité d'eau.	49.8	73.8	96.5	86 9	124.3	132.1	126.5	138.6	97.5	122.1	84.0	71.1

(Voir tableau page suivante.)

Les pluies prolongées sont rares ; rares aussi les journées où il pleut sans discontinuer. La plus longue série de pluie ininterrompue a été constatée du 13 juin 1889 au soir jusque tard dans la nuit du 15, soit pendant plus de 48 heures. Il était tombé pendant ce temps 87^{mm}.75 ou environ 1^{mm}.75 par heure. La plus forte chute d'eau a eu lieu le 13 août 1866, où il était tombé 83^{mm}.2 en 24 heures, ou 3^{mm}.4 par heure.

Les années se suivent mais ne se ressemblent pas ; c'est ainsi que nous constatons ici, sous le rapport de la pluie, des variations de plus de 100 °/₀. L'année 1884 n'a vu tomber que 832^{mm}.85, alors que 1877 en a eu 1869^{mm}.1. Le mois le plus sec était le mois de février 1891, où nous n'avons eu qu'une seule chute

(*) Nous comptons chaque jour ayant fourni une quantité mesurable d'eau comme jour de pluie.

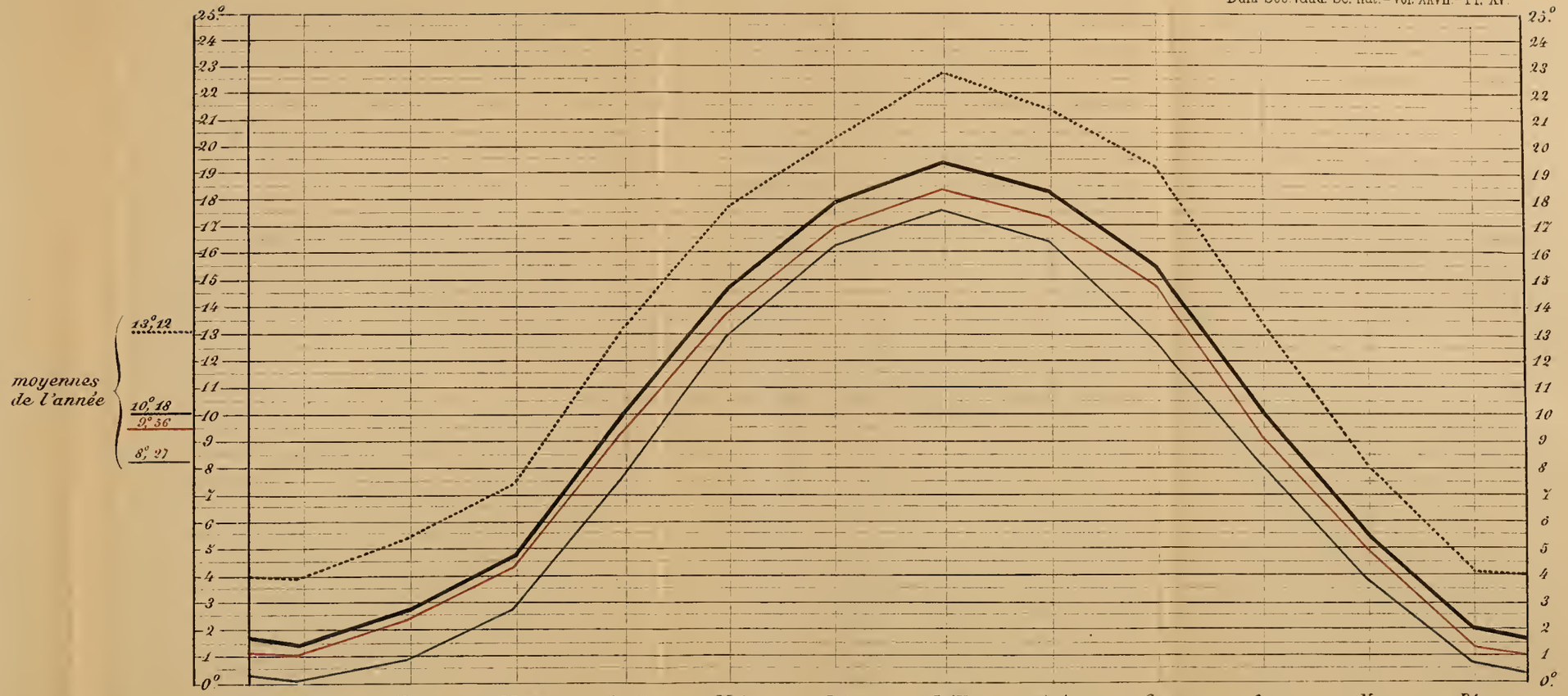
		Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
		Jours.	mm.	Jours.	mm.	Jours.	mm.	Jours.	mm.	Jours.	mm.	Jours.	mm.
1889	Bassets . .	2	7.5	15	92.25	9	46.5	14	61.75	11	121.25	18	258.0
	Clarens . .	3	10.0	13	78.75	12	42.75	15	58.25	14	111 50	21	237.75
	Territet . .		9.8		78.8		64.8		62.6		106.6		249.1
1890	Bassets . .	9	34.0	2	9.0	6	18.25	15	85.9	10	130.9	12	190.25
	Clarens . .	9	30.25	1	10.0	7	18.25	15	86.5	12	123.75	13	187.75
	Territet . .		36.0		9.0		23.9		86.8		135.5		181.1

		Juillet.		Août.		Septembre.		Octobre.		Novembre.		Décembre.		Année.	
		Jours.	mm.	Jours.	mm.	Jours.	mm.	Jours.	mm.	Jours.	mm.	Jours.	mm.	Jours	mm.
1889	Bassets . .	11	174.5	8	84.5	8	118.25	23	197.0	6	54.0	4	40.0	129	1255.50
	Clarens . .	13	157.0	14	79.75	10	110.25	22	197.25	4	49.25	6	41.75	147	1164.25
	Territet . .		159.9		81.50		105.2		196.2		46.2		44.8		1205.5
1891	Bassets . .	10	96.5	18	220.5	5	67.0	8	89.75	11	76.2	4	16.0	100	1034.35
	Clarens . .	11	78.25	19	223.5	5	39.25	9	114.0	15	69.5	3	19.0	119	1000.0
	Territet, .		82.9		221.3		42.6		139.5		78.2		16.6		1053.4

pér

Température moyenne de Montreux.

Moyennes de 14 années d'Observations:
1er Décembre 1863 à Décembre 1870.
1er Janvier 1874 „ „ 1877.
dès le 1er Avril 1888.



		Janv:	Fév:	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
moyenne du mois		1,49	2,68	4,68	9,91	14,69	17,81	19,43	18,16	15,37	10,03	5,48	1,93
„	7h	0,00	0,78	2,64	7,53	12,89	16,27	17,51	16,40	12,72	8,08	3,84	0,64
„	1h	3.88	5,31	7,47	13,19	17,67	21,27	22,69	21,42	19,21	13,26	8,07	4,11
„	9h	1,09	2,34	4,34	9,48	13,77	16,93	18,41	17,40	14,82	9,38	5,02	1,38

ne aux

Tableau comparatif de la température moyenne aux Bassets, à Clarens et à Territet en 1889 et 1890.

Bassets Coulou 430 Mètres

Clarens ..... 385 „

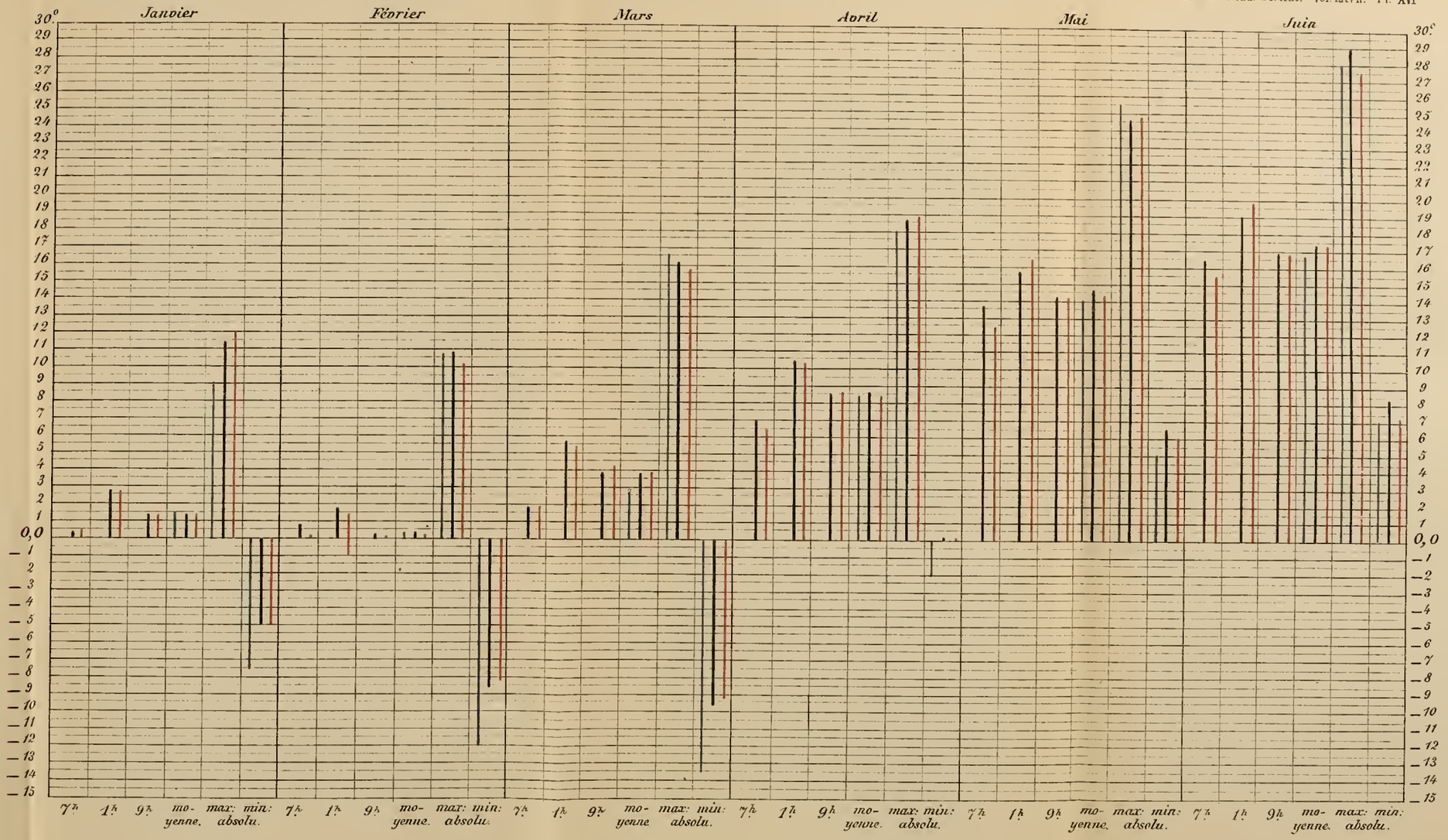
Territet ..... 390 „

Moyennes

Bassets 8°,31
- min: – 13,5 le 3 Mars 1890
- max: ?

Clarens 9°,06
- à 7h 7°,81
- à 1h 10°,76
- à 9h 8°,90
- min: – 9°,7 le 3 Mars 1890.
- max: 29°,5 le 12 Juillet 1889.

Territet 9°,10
- à 7h..... 7°,43
- à 1h..... 10°,87
- à 9h..... 9°,10
- min: – 9°,2 le 3 Mars 1890
- max: 28°,4 le 13 Juillet 1889



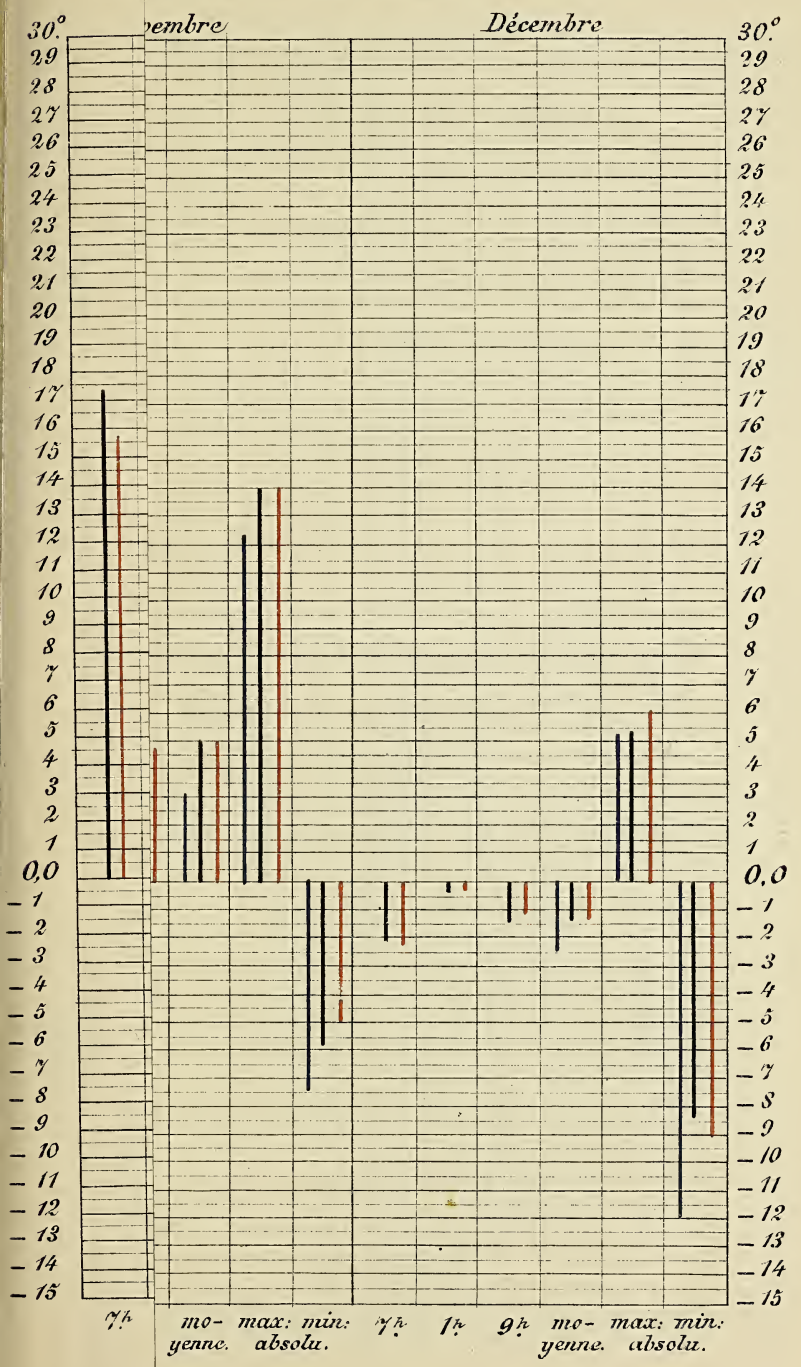
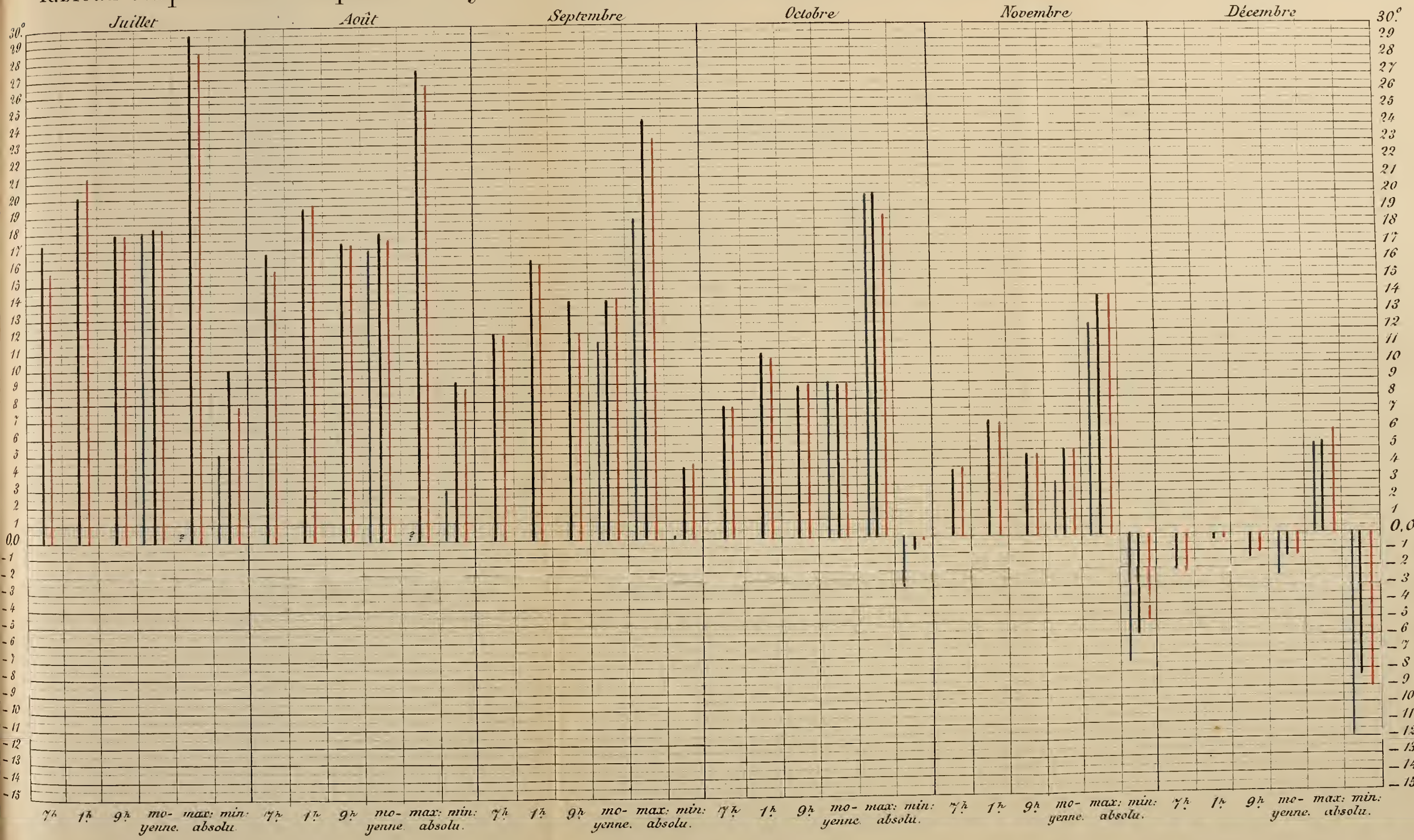

embre
Décembre
30.°
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0,0
– 1
– 2
– 3
– 4
– 5
– 6
– 7
– 8
– 9
– 10
– 11
– 12
– 13
– 14
– 15
7h
moyenne.
max: absolu.
min:
7h
1h
9h
moyenne.
max: absolu.
min:

Tableau comparatif de la température moyenne aux Bassets, à Clarens et à Territet en 1889 et 1890.

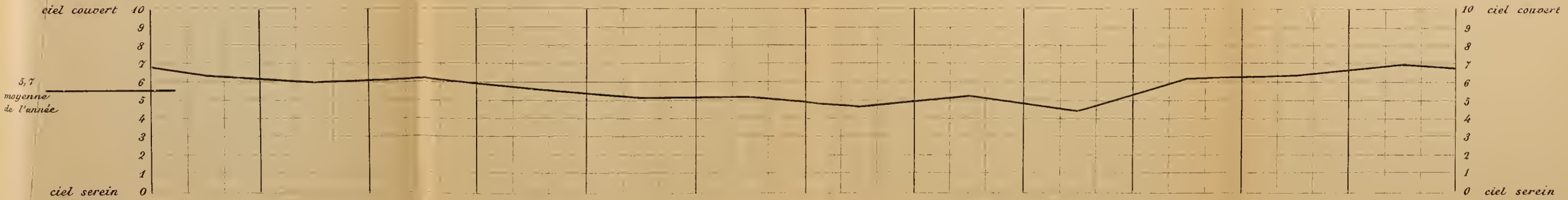


Z
mo
de

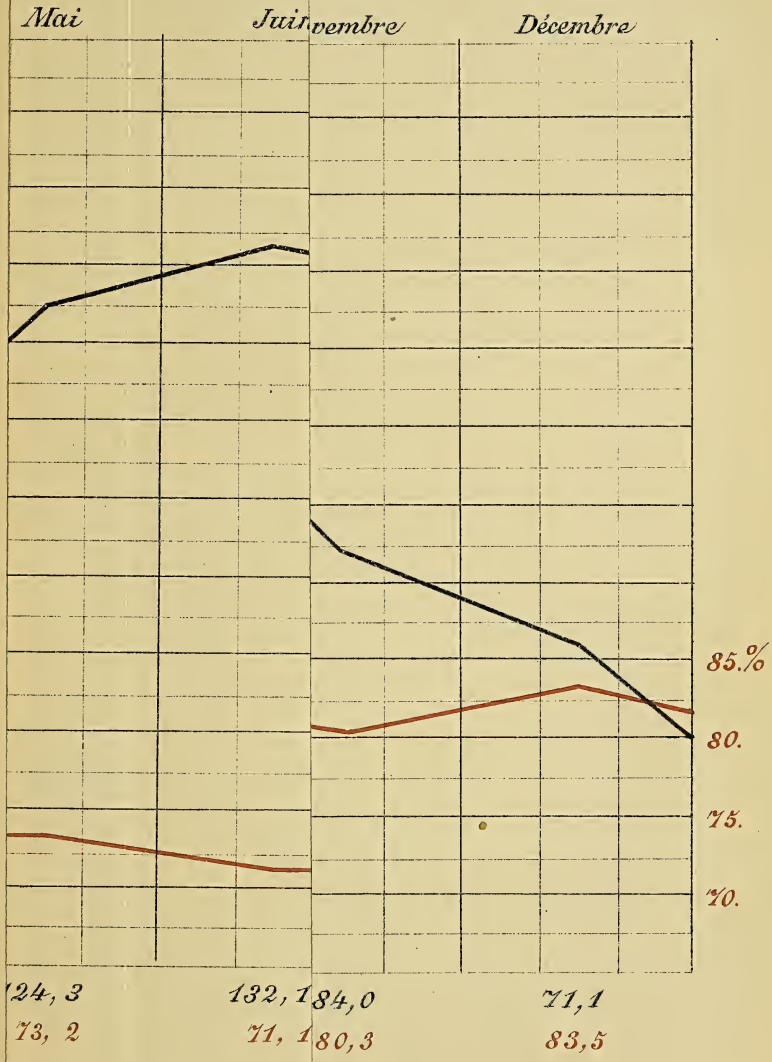
moy
de

Hauteur barométrique moyenne

Nébulosité



Pluie et H


Mai
Juin
vembre
Décembre
85.%
80.
75.
70.
24, 3
132, 1
84, 0
71, 1
73, 2
71, 1
80, 3
83, 5

Pluie et Humidité relative

Pluie.

moyenne annuelle 1203,2 en 135 jours

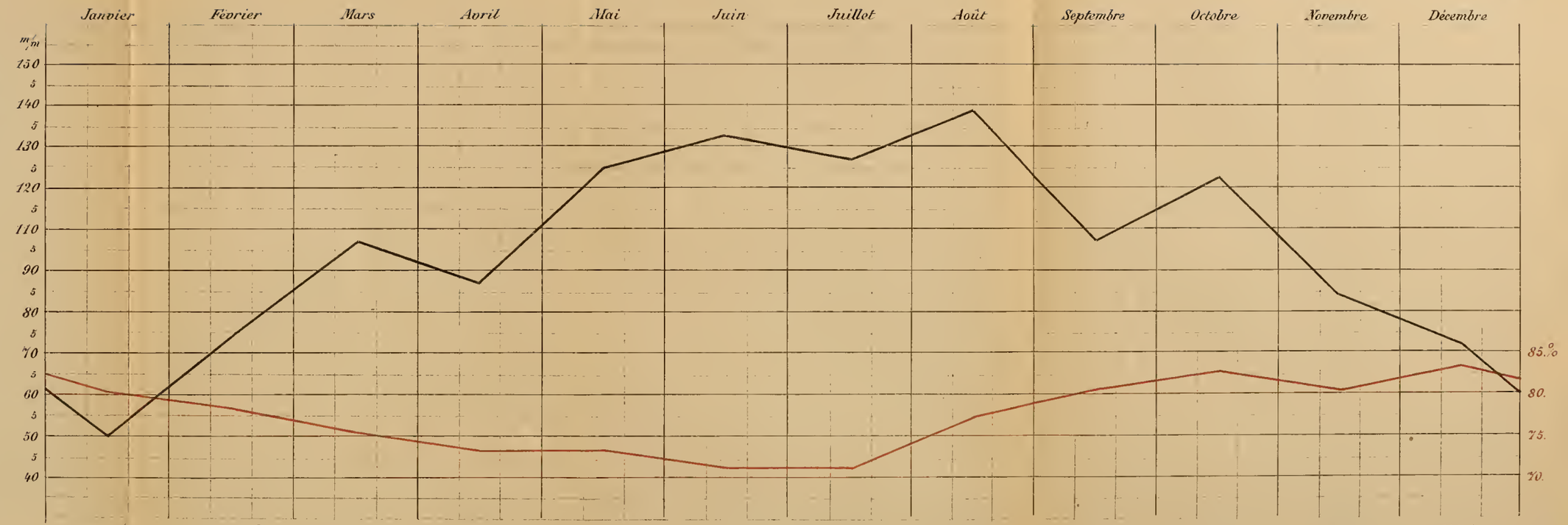
Année de plus forte chute d'eau 1877 = 1869,1 m/m
" " " faible " " 1884 = 832,85 m/m

Jour de plus forte chute d'eau = le 13 Août 1866 = 83,2 m/m

Années d'Observations:

Vernex : Dr. A. Carrard
1865 à 1870
et 1874 à 1877
" Dr. H. Schardt
1884 à 1888

Clarens : 1888 à 1891



	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Pluie	49,8 m/m	73,8	96,5	86,9	124,3	132,1	126.5	138,6	97.5	122,1	84,0	71,1
Humidité	80,1 %	78.3	75.5	73.4	73.2	71.1	71.6	77.0	80.9	82.6	80,3	83.5

d'eau de 2^{mm}.0 ; le plus riche en pluie était le mois de mai 1877, qui a fourni 321^{mm}.5.

La neige tombe à Montreux entre le mois de novembre et le mois de mars ; exceptionnellement elle peut se montrer en octobre déjà et encore en avril. Voici les dates des premières et dernières chutes de neige que nous avons pu retrouver :

29 mars 1864.	
29 novembre 1864.	27 mars 1865.
10 janvier 1866.	14 mars 1866.
2 janvier 1867.	
8 octobre 1867.	10 avril 1868.
7 novembre 1868.	28 mars 1869.
11 novembre 1869.	14 mars 1870.
11 novembre 1870.	
	11 avril 1888.
11 janvier 1889.	3 avril 1889.
27 novembre 1889.	6 mars 1890.
24 octobre 1890.	30 mars 1891.

Pendant deux hivers, on n'a constaté aucune chute de neige à Montreux ; c'était de 1880 à 1882.

La neige ne reste jamais longtemps, souvent elle fond le jour même où elle est tombée ; la période la plus longue que nous avons gardée en mémoire, à défaut de chiffres exacts, était de trois semaines.

Les orages ne sont notés que depuis sept ans ; il y en a eu 122, soit 17 par an : 1 en février, 2 en mars, 9 en avril, 10 en mai, 33 en juin, 32 en juillet, 27 en août, 7 en septembre, 1 en octobre et 1 en décembre ; presque tous viennent d'ouest, sud-ouest ou sud. Ils sont généralement de peu de durée, rarement accompagnés de grêle. La foudre frappe quelquefois un arbre, mais jamais elle n'a occasionné un incendie. La grande nappe d'eau du lac Léman et les sommités des montagnes sont nos paratonnerres naturels. Aussi n'en voit-on sur aucun de nos bâtiments.

NOTICE

sur un affleurement d'Aquitanien dans le Jura Vaudois,

par **T. RITTENER.**

Pl. XIX, XX et XXI.

La construction récente de la route de La Chaux à Noirvaux, près de Ste-Croix, a mis à découvert une série de couches tertiaires très intéressantes par leur faciès et par l'abondance d'un fossile caractéristique, *Melania Escheri*, rarement rencontré jusqu'à présent dans un état de conservation aussi parfait. Malheureusement les couches les plus riches sont d'une exploitation difficile et tendent même à disparaître complètement sous les éboulis du talus de la route. Une courte notice sur ce gisement remarquable a donc sa raison d'être. Quelques profils, joints à la description, la feront comprendre plus facilement.

En sortant de La Chaux et en se dirigeant vers Noirvaux, on trouve au bord de la route des bancs presque horizontaux de calcaire lacustre compact, sous lesquels affleurent, un peu plus loin, des lits de calcaire marneux friable, dont un banc plus dur renferme des Hélix et des Planorbes assez mal conservés. Au-dessous de la route, des couches de calcaire sableux et de marne se montrent dans le gazon. Plus loin, le talus de la route fait voir des marnes bigarrées affleurant sous le calcaire lacustre à Helix; on y remarque un mince lit contenant des débris de végétaux. A leur base, ces marnes passent graduellement à un sable marneux jaunâtre renfermant aussi des débris de plantes et d'animaux (fig. 1). La marne sableuse devient bientôt un véritable banc de molasse bleuâtre, traversée de délits argileux qui semblent indiquer une voûte minuscule, tandis que l'aspect général des couches fait plutôt supposer une irrégularité de dépôt. Sur cette molasse reposent des marnes, des argiles, des calcaires lacustres, grumeleux ou compacts, formant une série de

couches qui s'abaissent vers le niveau de la route, tout en plongeant d'environ 30° degrés vers le N.-W. La figure 2 en donne le détail. La composition de ces couches, leur peu de régularité, les nombreux galets, souvent anguleux, qu'elles renferment, indiquent une sédimentation locale, probablement fluviale, dans le voisinage de la mer. Ce caractère est encore souligné par la nature des fossiles qu'elles renferment : os de mammifères et de reptiles, Helix, Unio, etc., et surtout par l'abondance d'une espèce saumâtre, *Melania Escheri*. La plupart des couches sont fossilifères, surtout les marnes; mais deux d'entre elles, C et H, sont particulièrement riches en *Melania* et *Unio;* par place la marne en est comme pétrie. La couche de marne G renferme des fragments de carapaces de tortues, ainsi que des os, souvent brisés et portant des rayures qu'on pourrait attribuer aux dents des carnassiers.

Les fossiles sont en général bien conservés ; la plupart ont leur test. Des Helix et des Néritines montrent encore les dessins de leurs coquilles; mais il est très difficile de les extraire, sans les briser, de la marne où elles sont enfouies. Les Melania, dont le test est plus résistant, sont plus faciles à recueillir. Elles sont parfois vides, le plus souvent remplies de marne argileuse qui s'est gonflée sous l'action de l'eau et a fait sauter le premier tour de la coquille; les fragments sont restés adhérents à la marne, et le test, ainsi fracturé, a pris un diamètre anormal. Il est à remarquer que les espèces recueillies sont peu nombreuses et peu abondantes; les Unio ne sont pas rares; mais seule la *Melania Escheri* pullule vraiment dans la couche H affleurant au niveau de la route. Voici la liste des espèces trouvées jusqu'ici :

Melania Escheri, Mer. var. grossecostata, Sandb.
Unio flabellatus, Goldf.
Helix sp.
Neritina sp.
Ecailles et dents de poissons.
Carapaces de tortues (débris).
Os et dents [1] de mammifères, etc.

La couche fossilifère C renferme de véritables concrétions calcaires, souvent très dures, qu'on prendrait pour des galets rou-

[1] Trouvées par M. Meylan, instituteur à La Chaux.

lés (il y en a aussi), mais qui renferment les mêmes fossiles que la marne environnante.

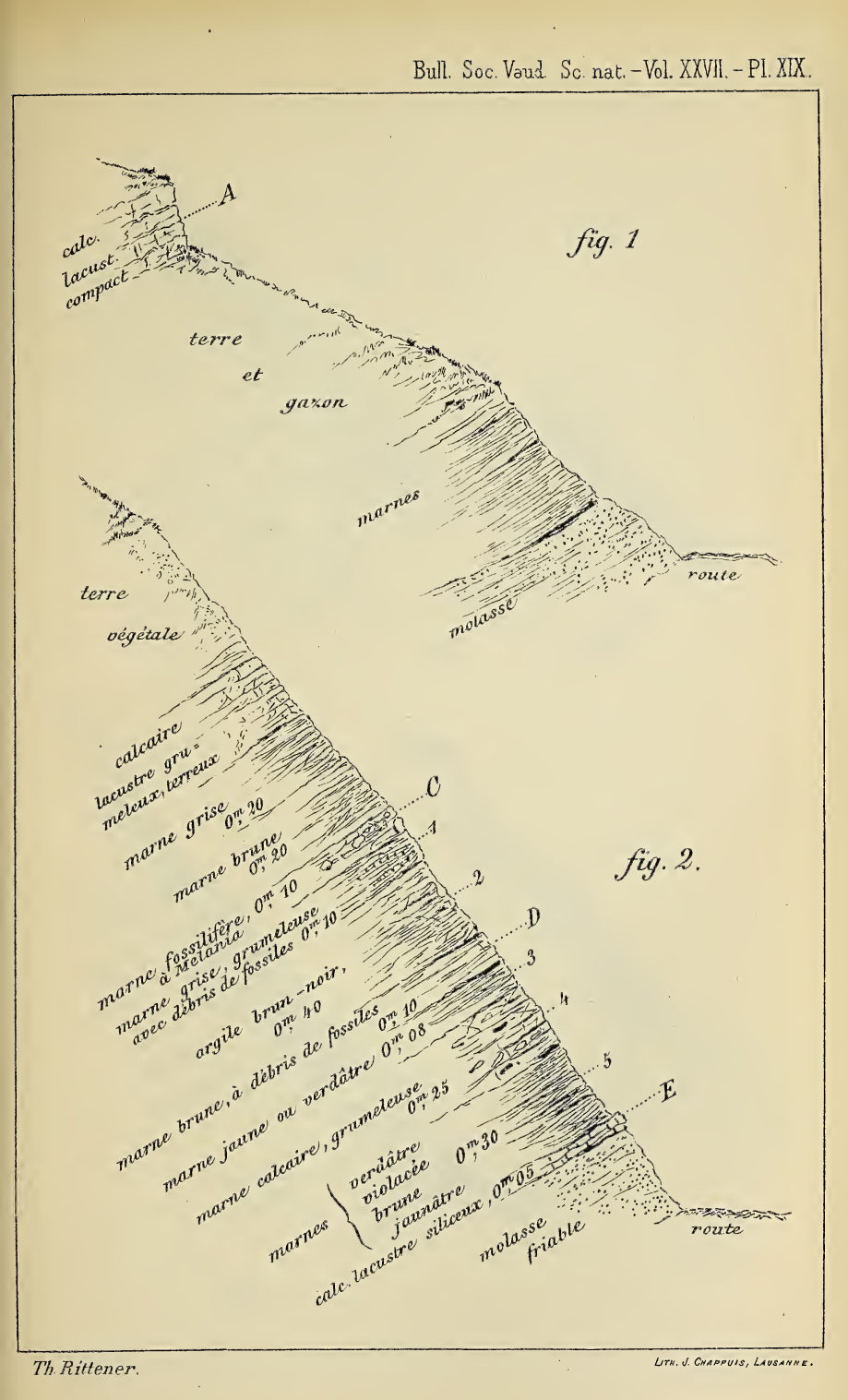
Tout cet ensemble de couches vient butter contre un massif de calcaire lacustre blanchâtre A′ qui l'interrompt brusquement. Y a-t-il eu affaissement ou accident de stratification? La question n'a pas grande importance. Ce qui est certain, c'est que de nombreuses dislocations se sont produites en cet endroit, car on peut constater dans les marnes fossilifères mêmes 2 ou 3 failles perpendiculaires, très peu distantes les unes des autres, et qui coupent nettement la stratification. Dans chaque couche le faciès pétrographique change rapidement; la fig. 3 donne une idée de ces transformations, cette coupe en est prise à quelques mètres seulement de la coupe 2.

Le calcaire lacustre A′, mal stratifié, repose sur des marnes que la route découvre de plus en plus et qui se relèvent un peu pour s'abaisser ensuite. La fig. 4 donne la coupe de ces marnes et des bancs de calcaire qui y sont intercalés. Ces couches finissent par disparaître sous la route dont le talus met à découvert une nouvelle série de marnes et de calcaires (fig. 5). Les marnes supérieures contiennent des concrétions calcaires cylindriques, vides au centre. Vers le milieu des marnes affleure un banc de calcaire lacustre blanchâtre et compact. En cassant ce calcaire, on y découvre des nodules beaucoup plus durs et de couleur brune, qui renferment souvent un fossile (Melania ou Helix) à test blanc, comme ceux qu'avait recueillis feu le Dr Campiche.

La route n'entame bientôt plus que de la terre végétale et l'on rejoint la route de la Vraconne, au contour de Noirvaux. On y remarque un dernier affleurement de marnes et de calcaires lacustres surmontés par la molasse marine (fig. 6).

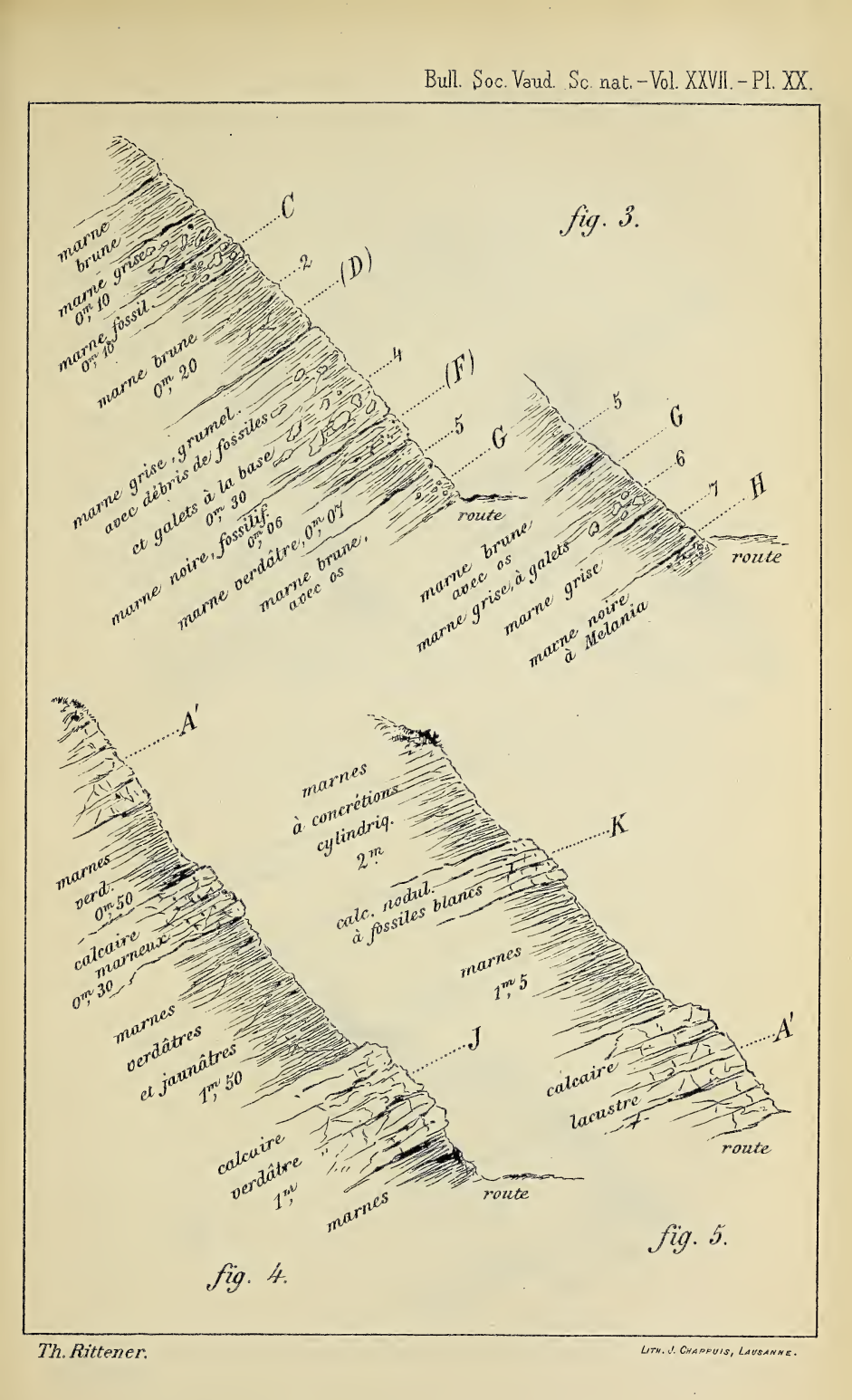
Au-dessous du gisement à Melania, on peut observer sur la pente gazonnée des argiles jaunes et rouges, puis des sables marneux; enfin, un peu plus bas, vers la fontaine dite des Arraudes, quelques bancs de calcaire lacustre forment un monticule sur le flanc duquel on remarque une argile rouge bigarrée, contenant des fossiles du gault; un banc de grès sableux verdâtre, à *Ostrea vesiculosa,* y est intercalé.

Ainsi cet ensemble de couches tertiaires repose ici sur le gault, probablement remanié; ou peut-être même, par-ci par-là, sur l'urgonien, car on peut voir, tout près de la fontaine, qu'un lit de calcaire lacustre repose sur du calcaire compact blanc, semblable à l'urgonien. La faune de ces couches et leur stratifi-



Th. Rittener.

Lith. J. Chappuis, Lausanne.



Th. Rittener.

Lith. J. Chapuis, Lausanne.

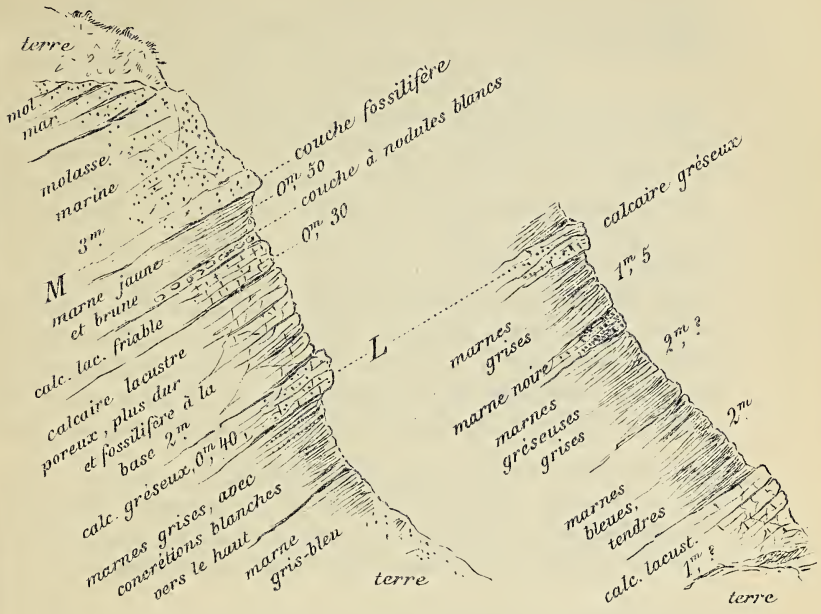


fig. 6.

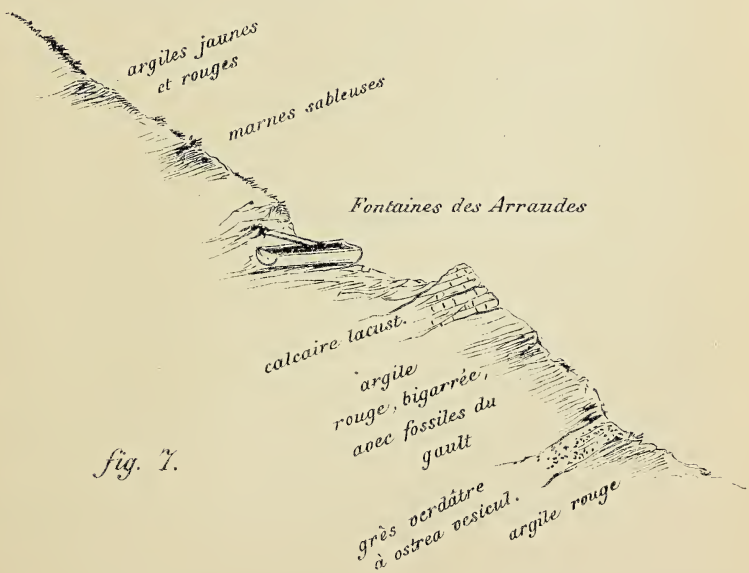


fig. 7.

Th. Rittener.

Lith. J. Chappuis, Lausanne

cation entre le Gault et l'Helvétien permettent de les attribuer à l'Aquitanien. Le Langhien est trop peu connu dans le Jura pour qu'on puisse le placer dans cette série; il est aussi possible que ce dépôt corresponde aux deux étages réunis.

Dans le vallon de Noirvaux le terrain molassique est représenté par d'importants dépôts d'argile rougeâtre, contenant des galets et des fossiles remaniés du Gault et du Néocomien, et par un banc de poudingue à gros éléments adossé contre le calcaire qui forme le flanc gauche du vallon; ce poudingue est aussi fortement coloré en rouge par une substance ferrugineuse provenant sans doute des argiles du Gault remaniées sur place; les roches qui le composent sont calcaires, mais ne paraissent pas, en général, identiques aux calcaires jurassiques des environs. J'aurai l'occasion de revenir sur ce sujet dans une petite étude comparative des poudingues du flysch et de la molasse.

PS. Comme la coupe des marnes est, à l'heure qu'il est, complètement recouverte par les éboulis du talus, et qu'on ne peut atteindre les couches fossilifères qu'en faisant d'importants déblais, j'indique d'une façon plus précise la position du gisement.

Celui-ci se trouve au-dessus de la fontaine des Arraudes, à cinquante pas environ d'un groupe de sapins que l'on rencontre au bord de la route, en descendant.

SUR UN

MODE DE FORMATION ACTUELLE DES MINÉRAUX SULFURÉS

par **M. E. CHUARD.**

On connaît les remarquables observations de M. Daubrée (*Comptes-rendus*, t. LXXX, p. 461), sur la formation actuelle, par voie humide, d'un certain nombre d'espèces minérales, parmi lesquelles la chalcosine, la chalcopyrite, la covelline, la tétraédrite, la galène, la pyrite, etc., dans les sources thermales, en particulier à Bourbonne-les-Bains. Ces observations mettent en lumière d'une façon saisissante le rôle minéralisateur des eaux souterraines et le mode de formation des gîtes métallifères anciens. Cependant, les minéraux sulfurés ont une telle extension dans les couches superficielles de notre globe, qu'il est impossible d'attribuer constamment leur formation aux causes actuellement connues ; la pyrite, par exemple, existe en une multitude de gîtes où il n'est pas facile d'admettre soit l'action d'une eau sulfurée, soit celle d'une eau chargée de sulfate de fer au contact de matières organiques réductrices.

Nous désirons faire connaître un cas de formation de ces minéraux sulfurés dans des conditions qui paraissent plus générales que celles où interviennent des eaux minérales, ferrugineuses ou sulfurées. Il s'agit de la formation des sulfures métalliques à la surface de divers objets provenant des stations lacustres, si abondantes dans les lacs suisses, où elles furent découvertes par Ferdinand Keller, en 1854.

Si nous nous en tenons pour le moment aux objets appartenant à ce qu'on a appelé l'âge de bronze, de beaucoup les plus abondants, il suffit de jeter les yeux sur une collection un peu complète pour remarquer immédiatement des différences d'aspect extrêmement nettes sur des échantillons de même métal. On peut s'assurer, en recherchant la provenance de chacun des objets, que ces différences sont dues au mode d'enfouissement au milieu duquel a séjourné le métal.

Certains objets de bronze sont recouverts d'une patine verte,

le plus souvent d'une épaisseur de plusieurs millimètres, constituée essentiellement par du carbonate de cuivre (malachite) mélangé d'oxyde d'étain en poudre blanche, parfois réparti dans toute la masse du cuivre carbonaté, parfois localisé en petits amas blanchâtres. Sous cette couche, qui s'enlève assez facilement, s'en trouve une deuxième, plus adhérente, formée par de l'oxyde cuivreux. Ce sont les objets retrouvés dans la terre.

Les bronzes trouvés dans l'eau, *sur la vase,* présentent en général deux faces d'aspect différent. Celle en contact avec la vase est ordinairement la moins altérée ; souvent elle a conservé un éclat presque métallique. Celle en contact avec l'eau est régulièrement recouverte d'une croûte calcaire, d'épaisseur variable. Puis vient une couche verte de cuivre carbonaté, mélangé d'oxyde d'étain, et enfin la couche d'oxyde cuivreux, ordinairement cristalline et brillante. Sur de nombreux échantillons, cette couche est formée d'une quantité de petits cristaux distincts, d'un beau rouge sombre, transparents ; leur forme est le tétraèdre, plus rarement l'octaèdre ; ce sont les propriétés de la cuprite, minéral constaté d'ailleurs, dans des conditions analogues, par M. Daubrée et d'autres auteurs. Sous la couche de cuprite, souvent assez forte, apparaît le métal, à moins que l'objet, de faible épaisseur, ne soit, comme on l'a parfois constaté, entièrement transformé en produits d'oxydation.

Enfin une troisième et dernière catégorie, celle qui présente le plus d'intérêt, est constituée par les objets en bronze retrouvés enfouis *dans la vase* même, ordinairement limoneuse, argileuse et riche en matière organique (4 pour 100 environ pour le limon du lac Léman, d'après l'analyse de M. Risler).

Ces objets, une fois débarrassés de la gangue qui les enveloppe mécaniquement, apparaissent avec une couleur jaune clair et l'éclat métallique. Cependant on constate aisément que cette couleur et cet éclat ne sont pas dus au métal lui-même, mais à une couche ordinairement assez mince ($^1/_5$ à $^1/_{10}$ de millimètre) qui enveloppe l'objet d'une façon continue, comme d'une gaîne, sous laquelle le métal apparaît, dès qu'on l'enlève, avec la couleur rougeâtre habituelle aux bronzes des palafittes. Très souvent, sur les objets de la collection du musée de Lausanne, à laquelle se rapportent ces constatations, cette gaîne est rompue en quelques points ou écaillée par un nettoyage trop rude, et met à nu le métal. Souvent aussi elle est parfaitement continue, mais se détache assez aisément, au moyen d'un instrument aigu

quelconque. Elle se pulvérise facilement et donne une poudre de couleur verdâtre, sans éclat métallique. Examinée au microscope, elle montre un enchevêtrement de facettes triangulaires qui paraissent appartenir à des tétraèdres. Soumise à l'analyse chimique, la petite quantité que l'on a pu recueillir a donné les chiffres suivants :

	Pour 100.
Soufre	27.09
Etain	5.07
Fer	31.05
Cuivre	33.97

La perte, soit 2.82 pour 100, est attribuable au zinc, constaté qualitativement, mais non dosé à cause de la faible quantité de matière analysable, et à des matières étrangères.

On voit que ces chiffres correspondent, sauf une teneur plus faible en soufre, à une chalcopyrite stannifère. L'étain trouvé à l'analyse appartient bien à la composition chimique de ce minéral, car le microscope n'a pas montré d'oxyde d'étain comme espèce isolée, ce qui est le cas pour les objets de la première et de la deuxième catégorie.

Nous sommes donc en présence d'un sulfure métallique, dont la production s'est faite en dehors de toute intervention d'une eau minérale, soit sulfurée, soit ferrugineuse, et dans des conditions d'une simplicité telle qu'on peut les trouver à chaque instant réunies. C'est ce qui fait, semble-t-il, l'intérêt d'une observation qui, en se rattachant aux belles recherches de M. Daubrée, permet en quelque sorte une extension des théories fondées sur elles en minéralogie synthétique [1].

[1] Lausanne, laboratoire de chimie de l'Institut agricole.

QUELQUES RARETÉS BOTANIQUES

PAR

Charles **PARIS**, anc. past.

M. H. Jaccard, dans une communication faite l'an dernier et reproduite dans le n° 202 du *Bull. de la Soc. vaud. des Sc. nat.*, p. 59, année 1891, mentionne la découverte du *Cytisus laburnum* à Roche près Villeneuve, et ajoute, à cette occasion, que cette espèce ne se trouve pas dans le Jura suisse. Je l'y ai rencontrée, cependant, il y a plus de dix ans, sur le Crêt de Châtel, au-dessus de Montricher.

Ce crêt s'insère comme un coin entre le mont Tendre et la Lionne. Là, ce bel arbrisseau se trouve en nombreux et très beaux exemplaires; quelques-uns même énormes, soit sur l'arête, soit sur les pentes au-dessus de la Coudre. Si mes souvenirs sont exacts, c'est la forme à grappes longues qui domine. Quelques exemplaires tendent même à rappeler le C. alpinus.

Ce crêt, rocheux, rocailleux, caillouteux, est, au reste, couvert d'une abondante végétation de Papilionacées. Outre le Cyt. l. il s'y trouve, parmi beaucoup d'autres espèces qui forment là de vraies pelouses multicolores, un genêt qui, lui non plus, n'est pas signalé, que je sache, dans le Jura suisse, mais bien au Fort de l'Ecluse en compagnie de l'Æthionema saxatile, Helianthemum apenninum, etc. Je l'ai rencontré de même près de Pontarlier. C'est le Genista Pilosa. Il forme de belles colonies sur ce même Crêt de Châtel.

Avant de quitter cette région, signalons-y : sur le côté abrupt de la Dent-de-Vaulion regardant Vallorbes, partout où, sous la cime, quelques gouttes d'eau suintent du rocher, l'une de ces plantes des Alpes qui, avec le Rhododendron ferrugineum, etc. ont colonisé sur le Jura depuis l'époque glaciaire, la gracieuse Pinguicula alpina. Plus bas, dans les lieux frais et rocheux, le Dentaria digitata. Sur les crêts boisés, dans les sapinières profondes, une Orchidée mignonne, le Corallorhiza Halleri, croissant côte à côte avec l'élégante Pyrola Uniflora. Plus bas, dans

les sapinières profondes également sur l'Orbe près Brethonnières, une Pyrole encore, la Pyrola chlorantha, puis, non loin de là, dans les petites rigoles fraîches et gazonnées sur les roches usées du plateau, vers le bois de Forel, une fougère, l'Ophioglossum vulgatum. C'est dans le voisinage aussi que, sous le village de Premier, se trouve le poste avancé, vers le nord, d'une région rocheuse ayant Romainmôtier pour centre, et où croît en abondance la belle Anemone pulsatilla. Les habitants veillent sur elle avec un soin jaloux. Elle ne se trouve guère ailleurs que dans le Valais, son point de départ.

Vers le sud, au sommet de la Lionne, encore une rareté pour notre pays; c'est le Cineraria campestris. Il se rencontre dans les gazons ras protégés du soleil et des gros vents par des bouquets de hêtres.

Pour en revenir aux Papilionacées, signalons encore deux genêts. D'abord le G. Halleri, voisin du pilosa, mais cœspiteux, signalé depuis longtemps près de Montcherand. Je l'ai rencontré près de Lignerolles, sur un tertre glaciaire, au-dessus de l'Orbe, près d'un bois de pins. Enfin, tout récemment, près d'Epalinges, sur un tertre assez à l'écart, couvert de bruyères et autres broussailles, j'avisai une plante très abondante ailleurs, dans les landes, parmi les Acoses (Ulex aculeatus), mais rare de ce côté-ci du Jura, le Sarothamnus scoparius ou Genista scoparia. Anciennement signalé au coin d'un bois près de Ferney (Ain), il ne m'était connu jusqu'ici, en Suisse, que sur des collines mollassiques près de Guin (Fribourg). Le voici trouvé bien près de Lausanne, et cet échantillon, recueilli à votre intention, le montre en bel état de fleurs et de fruits.

RAPPORT

de la Commission de vérification des Comptes.

Exercice 1890-1891.

MESSIEURS,

La Commission des comptes, composée seulement, vu l'absence de M. Dapples, de MM. Bertschinger et Chenevière, a procédé, samedi 11 juillet, à l'examen des comptes et des écritures de notre Caissier. Après avoir pointé les recettes et les dépenses, vérifié les comptes de la Banque cantonale et l'état des titres du rentier de notre Société, la commission a reconnu que la comptabilité est parfaitement en règle et propose à l'assemblée d'approuver les comptes de cet exercice et d'en donner décharge au Caissier.

La fortune de notre Société au 1er juillet 1891 n'est plus que de 84,267 fr. 24; le déficit provient du fait que l'imprimeur a fourni une facture de plus de 1900 fr. pour *Bulletin*, etc., de l'année passée, facture réclamée en vain par notre Caissier. Nous estimons qu'il est nécessaire qu'à l'avenir on exige de l'imprimeur qu'il fournisse sa note en livrant les *Bulletins*.

Le système des chèques adopté pour régler toutes les dépenses présente plusieurs inconvénients pour la comptabilité; nous estimons que le but qu'on se propose serait atteint, si on se contentait de remettre par des chèques sur la Banque à notre Caissier l'argent dont il a besoin pour régler les factures qu'il a en mains; de la sorte, toutes les dépenses seraient portées sur son livre de caisse.

Il a été mis en lecture pendant l'exercice écoulé: 459 volumes, 277 brochures et 15 cartes.

La Bibliothèque de notre Société, malgré l'exiguïté du local, est très en ordre et bien tenue.

La Commission propose à l'assemblée de voter des remerciements à notre Caissier et à notre Bibliothécaire pour le zèle et le dévouement avec lequel ils remplissent leurs fonctions.

Lausanne, le 11 juillet 1891.

La Commission des comptes :

Ch. CHENEVIÈRE.

Dr BERTSCHINGER.

LIVRES REÇUS

du 18 décembre 1890 au 16 décembre 1891.

I. Echanges.

(Pendant la période ci-dessus, quand le titre des publications est suivi de chiffres.)

Allemagne.

BERLIN. Deutsch. geolog. Gesellschaft. Zeitschrift, XLII, 3-4; XLIII, 1-2. Verhandlungen.
— Physikal. Gesellschaft. Fortschritte der Physik. XL, 3. Verhandlungen, 1890.
— Königl. preuss. Akad. der Wissensch. Sitzungsberichte, 1890, 41-53; 1891, 1-40.
— Königl. preuss. meteorol. Institut. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Deutschland. Jahrg. 1888; 1890, 2; 1891, 1. Abhandlungen, I, 1-3. Deutsch.-meteorol. Jahrbuch. Die Regenverhältnisse vom 22 bis 24 Nov. 1890 in Mittel- und Westdeutschland. — Das Institut.
— Gesellschaft für Erdkunde. Verhandlungen, XVII, 8-10; XVIII, 1-8. Zeitschrift, XXV, 6; XXVI, 2-5. Mittheilungen der Afrik. Gesellsch. Mitth. Deutsch. Schutzgeb.
— Königl. preuss. geolog. Landesanstalt und Bergakademie. Jahrbuch.
— Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg. Verhandlungen, XXXI, XXXII. Register 1-30.

BONN. Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande. Verhandlungen, XLVII, 2; XLVIII, 1.

BRAUNSCHWEIG. Verein für Naturwissensch. Jahresbericht, VI.

BREMEN. Naturwiss. Verein. Abhandlung, XII, 1.

CARLSRUHE. Naturwiss. Verein. Verhandlungen.

CASSEL. Verein für Naturkunde. Berichte, 36-37.

CHEMNITZ. Naturw. Gesellsch. Bericht.

COLMAR. Soc. d'hist. natur. Bulletin.

DARMSTADT. Verein für Erdkunde. Notizblatt, XI.

DRESDEN. Naturwiss. Gesellsch. Isis. Sitzungs-Berichte, 1890; 1891, Jan.-Juni.

DÜRCKEIM. Pollichia. Naturw. Ver. der baier. Pfalz. Jahresber.

ELBERFELD. Naturwiss. Verein. Jahresberichte.

ERLANGEN. Physik.-Medicin. Societät. Sitzungsberichte, 23.

FRANKFURT a. M. Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bericht, 1891. Katalog der Vogelsammlung im Museum.

FRANKFURT a. O. Naturwissensch. Verein des Regierungsbezirkes. Monatliche Mittheilungen, VIII, 8-12; IX, 1-6.

— Societatum Litteræ, IV, 9-12; V, 2-8.

FREIBURG i. B. Naturf. Gesellsch. Berichte, V, 1-2.

GIESSEN. Oberhessische Gesellsch. für Natur- und Heilkunde. Berichte.

GREIFSWALD. Naturw. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen. Mittheilungen, Jahrg. 22.

— Geograph. Gesellsch. Jahresbericht, IV.

HALLE. Ksl. Leop.-Carol. deutsche Akad. der Naturforscher. Nova Acta, LIV, 1-3; LV, 1-2.

— Naturw. Verein für Sachsen und Thüringen. Zeitschrift LXIII, 4-6; LXIV, 1-3.

— Verein für Erdkunde. Mittheilungen, 1891.

HAMBURG. Verein für naturw. Unterhaltung. Verhandlungen, 1886-1890.

— Naturhistorisches Museum. Bericht. Mitth. VIII.

— Deutsche Seewarte. Meteorologische Beobachtungen, Jahrg. XII. Monatsbericht, 1890, 6-12; 1891, 1-4, Beiheft, I-III.

HANAU. Wetterauische Gesellsch. für Naturk. Jahresb.

HANNOVER. Naturh. Gesellsch. Jahresbericht.

HEIDELBERG. Naturh.-medizin. Gesellsch. Verhandlungen, IV, 4.

KIEL. Naturw. Verein für Schleswig-Holstein. Schriften, VIII, 2; IX, 1.

KÖNIGSBERG. Physik.-ökonom. Gesellsch. Schriften, XXXI.

LANDSHUT. Botanischer Verein. Bericht.

LEIPZIG. Naturf. Gesellsch. Sitzungsberichte, 1888; 1889; 1890, Febr.

— Verein für Erdkunde. Mittheilungen, 1890. Wissenschaftlichen Veröffentlichungen I; Beiträge zur Geographie des festen Wassers.

— Wiedemann, G. u. E. Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie, 1890, 12; 1891, 1-10.

— Carus. Zoologischer Anzeiger, 352-378.

MAGDEBURG. Naturwissensch. Verein. Jahresbericht und Abhandlungen, 1890.

MANNHEIM. Verein für Naturkunde. Jahresbericht.

MULHOUSE. Société industrielle. Bulletin, 1890, oct.-déc.; 1891, janv.-nov. Le nouveau projet de loi sur les brevets d'invention et sur les modèles de fabrication en Allemagne.

MÜNCHEN. Königl. bayer. Akad. der Wissensch. Sitzungsberichte, Math.-Physik. Cl. 1890, 4; 1891, 1-2.

— Gesellsch. für Morphologie und Physiologie. Sitzungsberichte.

— K. Sternwart in Bogenhausen. Neue Annalen, II.

MÜNSTER. Westfälischer-provinzial Verein. Jahresbericht, 16-19.

— Zoologische Section des W.-prov. Ver. Jahresber.

OFFENBACH. Verein für Naturkunde. Berichte.

OSNABRÜCK. Naturwiss. Verein. Jahres-Berichte, 8.

PASSAU. Naturh. Verein.-Bericht.

REGENSBURG. Naturwiss. Verein. Berichte.

STRASBOURG. Soc. des sc. agric. et arts de la Basse-Alsace. Bulletin mensuel, 1890, déc.; 1891, janv.-nov.

STUTTGART. Verein für vaterländische Naturk. Jahreshefte, 47.

WIESBADEN. Verein für Naturk. Jahrbücher. 43-44.

WÜRZBURG. Physik.-medizin. Gesellsch. Zeitschrift, XXIV; Sitzungsberichte, 1890.

ZWICKAU. Verein für Naturk. Jahresbericht, 1890.

Autriche.

BRÜNN. Naturforsch. Verein. Verhandlungen, XXVIII. Bericht der meteor. Commission, 8.

BUDAPEST. Musée national de Hongrie. Revue, XIII, 2-4; XIV, 1-2.
— Ungarisch-geolog. Anstalt. Mittheilungen, VIII, 9; IX, 2-5. Bulletin, XX, 5-12; XXI, 1-3. — Jahresbericht 1889.

CRACOVIE. Académie des sciences. Comptes-rendus, 1890, déc.; 1891, janv.-nov. — Atlas géolog. I (4 cartes); II (6 cartes).

GRÆZ. Verein der Ærzte. Mittheilungen, XXVII.
— Naturwissensch. Verein. Mittheilungen.

INNSBRUCK. Natur.-mediz. Verein. Berichte, XIX.

KLAGENFURT. Naturhist. Landes-Museum. Jahrbuch. Bericht. Diagramme der magnetischen und meteorologischen Beobachtungen.

KLAUSENBURG. Medic.-Naturwiss. Section des Siebenbürgischen Museum Vereins. Orvos-Term. Ertesito, XV, 1, 2-3; II, 3; XVI, I, 1-2; II, 1-3. Abhandlung.

PRESBURG. Verein für Naturk. Verhandlungen.

TRIESTE. Societa adriatica di sc. naturali. Bollettino.
— Museo civico di storia naturale. Atti.

WIEN. Academie der Wissenschaften. Sitzungsberichte 1890, I, 1-10; II, 1-10.
— K. k. geolog. Reichsanstalt. Jahrbuch, XL, 3-4; XLI, 1. Verhandlungen, 1890, 14-18; 1891, 1-14.
— K. k. geograph. Gesellsch. Mittheilungen, XXXIII.
— Œsterreich. Gesellsch. für Meteorologie und deutsche meteor. Gesellsch. Meteorologische Zeitschrift, 1890, Dez.; 1891, Jan.-Nov.
— Zoolog.-botan. Gesellsch. Verhandl., XL, 3-4; XLI, 1-2.
— Verein zur Verbreitung naturw. Kenntnisse. Schriften, XXX.
— K. k. Naturhist. Hofmuseum. Annalen, V, 4; VI, 1-2.
— Section für Naturkunde des Œsterr. Touristen-Club. Mittheilungen.
— Verein der Geographen an der Universität. Bericht, XVI.

Belgique.

BRUXELLES. Académie royale. Bulletin 17-21. — Annuaire 1890, 1891. — Mémoires, in-4. — Mém. couronnés et des savants étrangers L, LI. — Mém. cour. et autres mém., in-8. 43-45. — Bibliographie académique. — Catalogue, II, 3.
— Observatoire royal. Annales astr. Annuaire, Annales météorologiques. Bibliographie générale.
— Société malacologique, Annales, XXIV. — Procès-verbaux, 1889, pages 133-214; 1890, pages 1-38.
— Soc. entomologique, Annales, XXXIV. Procès-verbaux.
— Soc. royale de botanique. Bulletin, XXIX.
— Soc. géologique. Annales.
— Soc. belge de microscopie. Procès-verbaux, XVII, 1-4. Annales, XIII, 2.

LOUVAIN. La cellule I-VI, VII, 1.

LUXEMBOURG. Institut royal grand-ducal. Publications. Observations météor.
— Société de botanique. Recueil des mémoires, XII.

Empire britannique.

ADELAÏDE. Royal society of South Australia. Transactions and Proceedings, XIII, 2.

BELFAST. Natur. hist. and philosoph. society. Proceedings, 1889-90.

BIRMINGHAM. Philosophical society. Proceedings.

BRISTOL. Naturalist's society. Proceedings, VI, 3. List.

CALCUTTA. Geological Survey of India. Palæontologia indica. sér. 13, IV, 1. Mémoires, in-8, XXIV, 2, 3. Records, XXIII, 4; XXIV, 1-3. Index 1868-87. A Bibliography of Indian geology.

DUBLIN. Royal geological society of Ireland. Journal.
— Royal irish Acad. Transactions, XXIX, 16. Proceedings pol. lit.; science, sér. 2, IV, 5, sér. 3, I, 4, 5. Cunningham Memoirs, VI.
— Royal society. Scient. Proceedings, VI, 10. Scient. Transactions, IV, 6-8.
— University biological Association. Proceedings.

EDINBURGH. Geolog. society. — Transactions, VI, 2.
— Royal society. Proceedings, XV-XVII.
— Laboratory of the royal College of Physicians Report, III.

HALIFAX. Nova scotian Institute of natural science. Proceedings and Transactions.

KEW. Observatory. Report, 1890.

LONDON. Royal microscop. society. Journal, 1890, 6; 1891, 1-5.
— Geological society. Quarterly Journal, 185-188, List.
— Linnean society. Journal. Zoology, 124, 125; 145-147. Botany, 175, 183-193. Index. Proceed.
— Royal society. Proceedings, 295-312.
— South Rich. The entomologist.
— Zoological society. Proceeding; 1890, 2-4.
— Whitaker, W. Geological Record.

MANCHESTER. Geological society. Transactions, XXI, 2-11.
— Literary and philosophical Society. — Memoirs and Proceedings, N. S., III, IV, 1-5.

MONTRÉAL. Royal Society of Canada. Proceedings and Transact.

OTTAWA. Geological and natur. History Survey of Canada. Proceedings and Transactions, VIII. Contributions to Canadian Palaeontology, I, 3; III, 1. — Annual Report of the Departement of the Interior. Rapport annuel, III, 1, 2 et portef. — Catalogue of Canadian plants V. List of Canadian hepaticæ.

SIDNEY. Royal society of New-South Wales. Transactions and Proceedings, XXIII, 2; XXIV, 1, 2.
— Australian Museum. Annual Report.

TAUNTON. Archeological and natural History. Proceedings, 1890.

TORONTO. Canadian Institute. Proceedings. Annual Report 1890-91. Transactions, I, 1, 2.

VICTORIA. Natural History. Prodromus of the zoology.

Danemark.

COPENHAGUE. Académie royale. Bulletin, 1890, 2, 3; 1891, 1.
— Naturhistorische Forening. Videnskabelige Meddelelser, 1890.

France.

ABBEVILLE. Société d'émulation. Bulletins. Mémoires. Bulletin des procès-verbaux.

ALGER. Association scientifique algérienne. Bulletin.
— Soc. algérienne de climatologie. Bulletin.

AMIENS. Société linnéenne du Nord de la France. Bulletin 199-222. Mémoires.

ANGERS. Société d'études scientifiques. Bulletin, 19.
— Acad. des sc. et belles-lettres. Mémoires. — Séance solennelle, 1886, 1888. La France préhistorique 1890. Statuts.

ANNECY. Soc. florimontane. Revue savoisienne, 1890, 11-12; 1891, 1-10.

AUXERRE. Soc. des sc. histor. et natur. de l'Yonne. Bulletin, 44, 1.

BESANÇON. Soc. d'émul. du Doubs. Mémoires, IV.

BÉZIERS. Soc. d'étude des sc. natur. Bulletin.

BONE. Académie d'Hippone. Bulletin. Procès-verbaux. Comptes-rendus, 1890, pages 1-96.

BORDEAUX. Soc. des sc. hist. et natur. Mémoires. Observat. pluviom. et thermom.
— Soc. linnéenne. Actes, 5e sér.

CAEN. Soc. linnéenne de Normandie. Bulletin, 4e sér., IV, 1-3; V, 1, 2. Observ. météor. 1890, janv.-sept.; 1891, janv.-juin.

CHAMBÉRY. Acad. des sciences. Mémoires. Documents.
— Société d'histoire naturelle de Savoie, IV, 3-4; V, 1.

CHERBOURG. Soc. des sc. natur. Mémoires.

DAX. Société de Borda. Bulletin, 1890, 3-4.

DIJON. Académie. Mémoires.

LA ROCHELLE. Société des sciences naturelles de la Charente inférieure. Annales, XXVI.

LE MANS. Soc. d'agric. et des arts de la Sarthe. Bulletin, XXXII, 4; XXXIII, 1.

LILLE. Soc. géologique du Nord. Annales.
— Société des sciences, de l'agriculture et des arts. Mémoires (ne nous parviennent pas depuis 1880).
— Revue biologique du Nord de la France, III, 4-12; IV, 1-2.

LYON. Acad. des sc., bell.-lett. et arts. Mémoires; Sciences; Lettres.
— Soc. d'agricult., d'hist. naturelle et des arts utiles. Annales, 6e série.
— Lyon scientifique et industriel.

MONTPELLIER. Revue des sc. naturelles.

MARSEILLE. Société de statistique. Répertoire des travaux. Compte-rendu, 42, 1.
— Société scientifique industrielle. Bulletin, 1890, 2-4; 1891, 1, 2. Procès-verbaux.
— Soc. scientif. Flammarion. Bulletin, 1890.

NANCY. Académie de Stanislas. Mémoires, VII.
— Société des sciences. Bulletin.

NIMES. Société d'étude des sciences naturelles. Bulletin, 1890, 3-4; 1891, 2, 3.

PARIS. Société zoologique. Bulletin, 1890, 7-10; 1891, 1, 6.
— Académie des sciences. Comptes-rendus, CXI, 24-26; CXII; CXIII, 1-23. Tables.
— Soc. des ingénieurs civils. Mém., 1890, 11-12; 1891, 1-10. Annuaire.
— Soc. géol. de France. Bulletin, XVIII, 5-8; XIX, 1-3. Mémoires, V, II, 2.
— Institut national agronomique. Annales.
— Société minéralogique. Bulletin, XIII, 9, 10; XIV, 1-6.
— Jeunes naturalistes. Feuille, 243, 254. Catalogue, 10-12.
— Soc. d'anthropologie. Bulletin, XIII, 1-3. Mémoires, IV, 2.
— Huberson. Brebissonia.
— Ecole polytechnique. Journal.
— Soc. française de physique. Séances, 1890, mai-déc.; 1891, janv.-juil. Résumé des communications. — Mémoires relatifs à la physique, V.

PERPIGNAN. Soc. des Pyrénées orientales, XXXII.

REIMS. Soc. d'hist. natur. Bulletin. Proc.-verb.

ST-DIÉ. Soc. philom. vosgienne. Bulletin, 16.

SEMUR. Soc. des sc. histor. et natur. Bulletin, V.

TOULOUSE. Soc. d'hist. natur. Bulletin, 1889, 3, 4; 1890, 1, 2.

Hollande.

AMSTERDAM. Acad. roy. des sc. Verslagen en Mededeelingen. Naturk.; Letterk., VII. Procès-verbaux, Jaarboek, 1890.
— Société royale de zoologie. Tijdschrift. Bidragen.

BATAVIA. Magnetical and meteorological observatory.
HARLEM. Musée Teyler. Archives, II, 5; III, 6. Catalogue.
— Soc. hollandaise des sc. Archives, XXIV, 4-5; XXV, 1-4.
UTRECHT. Institut météorol. des Pays-Bas. Jaarboek, 1890.

Italie.

BOLOGNE. Accad. delle scienze dell'istituto. Rendiconto, 1889-90.
CATANE. Accademia Gioenia di sc. natur. Atti, 15-22.
MILAN. Reale istituto lombardo. Rendiconti. Memorie.
— Soc. italiana di sc. natur. Atti.
MODÈNE. Soc. dei naturalisti. Annuario. Atti, IX, 1, 2; X, 1. Rendiconti.
NAPLES. Station zoologique. Mittheilungen, IX, 4; X, 1.
PISE. Soc. toscana di sc. natur. Atti. Memorie, XI.
PAVIE. Maggi, Zoja, de Giovanni. Bollettino scientifico, XII, 4; XIII, 1-2.
PÉROUSE. Accademia medico-chirurgica. Atti e rendiconti, II, 4; III, 1.
ROME. Reale accademia dei lincei. Atti, VI, 2° sem. 8-12; VII, 1° s., 1-12; VII, 2° s., 1-8. Memorie.
— Comitate geologico d'Italia. Bollettino, XXI.
VENISE. Reale istituto veneto. Atti, sér. 7, I, 1-9.

Portugal.

LISBONNE. Section des travaux géologiques. Communicaçoes. Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Echin. I. Flore fossile du Portugal.
PORTO. Sociedad Carlos Ribeiro. Revista, I, 5, 6.

Russie.

DORPAT. Naturforscher Gesellsch. Archiv. Biolog. Mineralog, Sitzungsberichte. Schriften, VI.
— Meteorologische Beobachtungen, 1884-1885. Bericht über die Ergebnisse der Beobachtungen an den Regenstationen 1888.
EKATERINBOURG. Soc. ouralienne d'amat. des sc. nat. Bulletin.
HELSINGSFORS. Soc. pro fauna et flora fennica. Meddelanden. Acta.
KHARKHOW. Soc. médic. de l'Université. Travaux, 1890, 1891.
KIEW. Soc. des naturalistes. Mémoires.
MOSCOU. Soc. impér. des naturalistes. Bulletin, 1890, 3-4; 1891, 1. Nouveaux mémoires. Meteorol. Beobacht., 1890, 1, 2.
ODESSA. Soc. des naturalistes de la Nouvelle-Russie. Mém., XV, 2; XVI, 1.
ST-PÉTERSBOURG. Acad. impér. des sciences. Bulletin. Suppl. à XXXII. Mélanges phys. et chim. XIII, 1.
— Id. Repertorium für Meteorologie, XIII. Supplementband.
— Observatoire physique central. Annales, 1889, 2; 1890, 1.

St-Pétersbourg. Jardin impérial de botanique.
— Comité géologique. Mémoires, IV, 2; V, 1, 5; VIII, 2; X, 1. Bulletins, IX, 7, 8. — Carte géologique, feuille.
— Société impériale russe de géographie. Bulletin, XXVI, 5; XXVII, 1-4. Procès-verbaux.

Scandinavie.

Christiania. Université royale de Norvège. Aarsberetning. Forhandlinger.
— Commission géodésique. Publications.
Stockholm. Acad. royale des sc. Bulletin. Biographie des membres (Mémoires). Handlingar. Meteor. Jaktt. Bihang (suppl. aux mém.).
— Entomologisk Tidskrift. XI, 1-4.
Tromso. Museum. Aarshefter, XIII. Aarsberetning, 1889
Upsal. Societas regia scientarium. Nova acta. XIV, 2.

Suisse.

Aarau. Naturforschende Gesellsch. Mittheilungen.
Bale. Naturf. Gesellsch. Verhandlungen.
Berne. Soc. helvét. des sc. natur. Verhandlungen, 73. Nouveaux mémoires, XXXI; XXXII, 2.
— Commission géologique fédérale. Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse. Feuille. Livr.
— Naturforschende Gesellsch. Mittheilungen, 1244-1264.
Coire. Naturf. Gesellsch. Jahresberichte, XXXIV.
Frauenfeld. Naturf. Gesellsch. Mittheilungen.
Fribourg. Soc. des sc. natur. Bulletin. 8-11.
Genève. Soc. de phys. et d'hist. natur. Mémoires, XXXI, 1.
— Institut national. Bulletin, 30. Mémoires.
— Soc. de géographie. Le Globe. Bulletin, XXX, 1, 2.
— Société botanique. Bulletin, 6.
Lausanne. Club alpin suisse (section des Diablerets). Jahrbuch u. Beilagen, XXVI.
— Le Monde de la science et de l'industrie, 1890, 12; 1891, 1-11.
— Soc. géologique suisse. Eclogæ geologicæ helvetiæ, II, 2-4.
Neuchatel. Soc. des sc. naturelles. Bulletin.
Porrentruy. Société jurassienne d'émulation. Actes, 2e sér.
St-Gall. Naturf. Gesellsch. Berichte über die Thätigkeit, 1888-89.
Schaffhouse. Schweiz. entomologische Gesellsch. Mittheilungen, VIII, 6-8.
Sion. Soc. murithienne. Bulletin des travaux.
Soleure. Naturf. Gesellsch. Bericht.
Zurich. Naturf. Gesellsch. Vierteljahrsschrift.
— Schweiz. meteor. Beobacht.
— Schweiz. botan. Gesellsch. Berichte, I.

Amérique.

BOSTON. American acad. of arts and sciences. Proceedings, XVII.
— Natural history society. Mem. IV, 7-9. Proceedings, XXIV, 3-4.

BUFFALO. Society of natural sciences. Bulletin.

CAMBRIDGE. Mass. Museum of comparative Zoölogy. Bulletin, XVI, 10; XX, 3-8; XXI, 1-5. Annual Report.
— American association for the advancement of sciences. Proceedings.
— Entomolog.-club. Psyche.

CHICAGO. Academy of sciences. Transactions.

DAVENPORT. Acad. of nat. sc. Proceedings.

JOWA-CITY. Hinrichs, Gust. Jowa weather Report.
— Laboratories of natural History of the state University. Bulletin.

MADISON. Wisconsin Academy of sc., arts a. letters. Transactions.

MERIDEN. Conn. Scientific Association. Transactions, IV.

NEW-HAVEN. Connecticut Acad. of arts and sciences. Transactions, VIII, 1.

NEW-YORK. Acad. of sciences. Annals, IV, Index; V, 4-8. Transactions.
— American museum of natural history. Bulletin, III, 1. Annual Report. Proceedings.
— Journal of compar. medecin and surgery, XI, 12; XII, 1-11.

PHILADELPHIE. Acad. of natural science. Proceed., 1890, 2-3; 1891, 1.
— American philosophical society. Proceedings, 134.
— Franklin institute. Journal 781-791.
— Wagner free Institut. Transactions.

RALEIGH. Elisha Mitchell Scientific Society. Journal, 1890.

ROCHESTER. Acad. of. sc. Proceedings, I, 1.

SALEM. Mass. Essex institute. Bulletin.
— Peabody Academy of science. Annual Report. Memoirs.

SAN FRANCISCO. California academy of sciences. Bulletin. Proceedings. Occasional papers, I-II.

ST-LOUIS. Acad. of science. Transactions.

WASHINGTON. Department of agriculture. Report 1890. North american fauna 3, 4. Division of economic ornithology and mammalogy. Bull.
— Smithsonian institution. Annual report, 1888-1889. U. S. national Museum. Report, 1888. Proceedings, XII; Bulletin, 38.

WASHINGTON. Geological survey. Mineral Resources of the Un. St. 1888. Monographs I. Bulletin, 58-61, 63, 64, 66. 9th. Ann. Report.
— American medical association. Transact, Journal, XV, 24-26; XVI, 1, 2, 4-26; XVII, 1-7.
— Bureau of ethnology. Annual Report.

BUENOS-AIRES. Instituto geographico argentino. Boletin, XI, 4-12.

CORDOBA. Acad. nacional de ciencias de la Republica Argentina. Boletin, XI, 4.

MEXICO. Sociedad cientifica Antonio Alzate. Memorias, IV, 3-10. Observatorio. Boletin mensual, III, 1-2. Resumen, Annales.

RIO DE JANEIRO. Museu nacional. Archivos, VII. Observatorio, Revista, V, 10-12; VI, 1-10. Annales. Annuario.

SAN JOSÉ DE COSTA RICA. Museo nacional. Annales, II, 2. Instituto meteorologico. Boletin trimestral.

SANTIAGO. Wissensch. Verein. Verhandlungen, II, 3.

II. Dons.

AMEGHINO, Fl. Revista argentina de Historia natural, 1891, I, 1-5.

Bericht der Centralkommission über die Organisation und die Fortschritte der Arbeit an der Bibliographie der schweizerischen Landeskunde während des Jahres 1890.

Biblioteca nazionale centrale Vittorio Emanuele. Bollettino delle opera moderne straniere. V, 3, 4; VI, 1-10.

BUGNION, Ed. Faune des Coléoptères du Valais et des régions limitrophes, par Em. Favre, avec la collaboration du Dr Bugnion.

ID. Recherches sur le développement postembryonnaire, l'anatomie et les mœurs de l'Encyrtus fuscicollis.

(Don de M. E. Burnat). Les labiées des Alpes maritimes, par J. Briquet, 1891.

CHUARD, E. Etude sur le plâtre. — Sur un mode de formation actuelle des minéraux sulfurés.

Comité hongrois du 2me congrès ornithologique international. Programme.

CORADI, Zurich. Spezial Catalog über freischwebende Präcisions. — Pantographen und über Instrumente zur mechanischen Integration, 1891.

Costa Rica. Flora par Polakowsky, traducido par Peralta y anotado par H. Pittier.

CRAMER, C. Ueber Caloglossa Leprieurii.

DAUBRÉE. Recherches expérimentales sur le rôle possible du gaz à haute température. — Id. Comptes-rendus, 3 août 1891.

DUFOUR, H. Leçons élémentaires de météorologie agricole.

(Don de M. H. Dufour.) Wolf, R.; A. Odin, Notize.

EMERY, C. Le formiche dell' ambra siciliana, 1891.

FAVRE, E., et SCHARDT, H. Revue géologique suisse, XXI, 1890.

Fauna. Société des naturalistes luxembourgeois, 1891, 2-3.

FOL, H. Recueil zoologique suisse, V, 3.

(Don de M. F.-A. Forel.) Bollettino meteorico. Roma, 22 ott. 1890 - 1 luglio 1891.

GAUTHIER, L. Notice sur le cyclone du 19 août 1890 en France et à travers la vallée de Joux.

Geogr. Gesellsch. zu Geisswald. — Die Trollhättan-Fahrt.

HAFNER, E. Die Anziehungs- und Abstossungskräfte in der Natur.

HAGENBACH, Ed., et ZEHNDER, L. Die Natur der Funken bei den hertz'schen elektrischen Schweigungen.

HEBERT, E. Extrait du discours de M. Hermite.

IHLE. Heilanstalt für Hautkranke.

LŒWENTHAL, N. Die Befruchtung, Reifung und Teilung der Eies von oxyuris ambigua, 1890.

MARSHALL HALL. On glacier observations.

Missouri botanical Garden, 1890, 1891.

DE MOLLINS, J. Les eaux d'égoût industrielles et ménagères; leur épuration chimique et agricole. Dangers des irrigations.

Musées d'hist. natur. de Lausanne. Rapports annuels des conservateurs.

Museo de productos argentinos. Boletin mensual, III, 31.

(Don de Mme Maillard.) 50 volumes, 112 brochures et 20 numéros de notre Bulletin.

Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique de France, nos 306 et 307.

HUMBOLDT. Cosmos, 3 vol., 1845-1850.

LARDNER, D. The Museum of science et art, vol. 5-7.

University of Cambridge. Report of the Museums and lecture rooms syndicate, for 1880.

BRONN, H.-G. Untersuchungen über die Entwickelungs-Gesetz der organischen Welt, 1858.

Soc. italiana di sc. natur. Sedute di maggia, giugno e luglio 1873 e congresso in Siena, sett. 1872.

Revues scientifiques publiées par le journal la *République française*, 1re année, 1879.

FIGUIER, L. L'année scientifique. 1879, 1881.

WARTMANN. St-Gall. naturw. Gesellsch. Bericht über das 67. Vereinsjahr 1885-1886.

DE MAY. L'Univers visible et invisible ou le plan de la Création.

Elenco chronologico di lavori scientifici dei fratelli Ant. et G.-B. Villa, di Milano.

VAN DEN BRŒCK. Description d'un nouveau système de slide.

ABDRUCK aus Petermanns Mitteilungen, 9 cahiers épars de 1885 à 1890, avec comptes-rendus de G. Maillard ou le concernant.

VOLGER, G.-H.-O. Studien zur Entwickelungsgeschichte der Mineralien. — Talkglimmer-Familie und ihrer Verwandten.

SANDBERGER. Mineralogisches von der Bergstrasse.

LENK. Nephelinit und Dolerit in der Langen Rhön.

MARANGONI. Criteri per stabilire una classificazione naturale dei cristalli. — Il terremoto di Firenza, 1887. — Scarica elettrica attraverso i minerali. — Piani d'incrinatura nei cristalli.

BALTZER. Ueber ein neues schweizerisches Vorkommen von Scheelit.

BERTSCHINGER, K. Ueber den Connex der Lamberti-Cordatus-Schichten mit den angrenzenden Formationsgliedern.

DAGINCOURT. Catalogue du Comptoir géologique de Paris.

Comité français de la nomenclature géologique, 2e rapport de M. Hébert.

MAYER, Ch. Classification méthodique des terrains de sédiment.

CAPELLINI. Il cretaceo superiore e il gruppo di Priabona.

JULIEN, A.-A. The decay of the buildings stones. — On the geology Great Barrington, Massachusetts.

FORESTI, L. Alcune forme nuove di molluschi fossili del Bolognese. — Sul Pecten histrix. — Note sur le sous-genre Smendovia.

WATERS, A.-W. Chilostomatus Bryozoa from Aldinga and the River-Murray Clifts, South Australia.

FAYE. Sur la persistance de la figure mathématique de la Terre à travers les âges géologiques.

BUZZONI, P. Roccie e fossili cretacei della Brianza.

VILLA, G.-B. La dolomia a Gastrochene cell' Appennino centrale. — Cenni geologici sul territoria dell' antico distretto di Oggiono.

GIRARDOT. La réunion de la Société géologique de France dans le Jura méridional.

SANDBERGER. Die Vulcane der Capverden. — Bemerkungen über den Silbergehalt der Glimmers aus dem Gneiss von Schapbach. — Die Triasformation in mittleren Maingebiete. — Der Murchisonian-Horizont des Strimgocephalen-Kalks. — Geologische Erscheinungen in nassen Jahren. — Fossilien aus dem oberen Spiriferensandstein bei Nastätten. — Lanistesfossil in Tertiär-Schichten bei Troja.

MAYER-EYMAR. Ueber die Thracia — Arten der Molasse.

ROTHPLETZ. Die Störungen im Gebirge.

NOTH, J. Ueber die Steinkolen. — Die geologische Bildung der norddeutsch Ebene.

ROLLIER. Les facies du Malm jurassien.

HEIM. Die schweizerischen Erdbeben, im Jahre 1881. — Zum Mechanismus der Gebirgsbildung.

DE GREGORIO. Sulla costituzione di una societa geologica internationale. — Moderne nomenclature des coquilles des gastéropodes et des pélécypodes.

MARCOU, J. Le Jura. Lettre adressée à Alb. Oppel.

DE MERGERIE. Ecosse, 1888. — Norwège, 1888.

NATHORST. Williamsonia and Anomozamites.

NEUMAYR. Nomenclature paléontologique et géologique.

KEEPING et TAWNEY. On the beds of Heathon Hill.

GEGENBAUR. Manuel d'anatomie comparée.

WATERS, A.-W. On the use of the Avicularian mandible in the determination of the Chilostomatous Bryozoa.

FORESTI, L. Descrizione di una forma nuova di Marginella.

Ministero d'agricultura d'Italia. Notizie statistiche sulla industria mineraria in Italia. 1860-1880.

Königl. Bergacademie in Berlin. Allgemeiner Studien-Plan. — Statut.

Königl. Sächs. Bergacademie zu Freiberg. — Special Regulative. — Statut.

Reglement für die eidgenoss. Polytechn.-Schule. 1873. — Id. en français.

Société anonyme des carrières de marbres antiques de Saillon. Statuts.
JACCARD, A. Essai historique sur la question de l'eau d'alimentation à la Chaux-de-Fonds.
DUPONT, F. Etat actuel de la fabrication du sucre en France.
Classe d'industrie et de commerce de la Soc. des arts de Genève. Liste des livres et brochures de la bibliothèque dès 1875 à 1891.
GANOT. Traité élémentaire de physique, 9e édit.
KOHLRAUSCH, F Leitfaden der praktischen Physik.
DUFOUR, C., et FOREL, F.-A. Recherches sur la condensation de la vapeur aqueuse de l'air au contact de la glace.
DUFOUR, H. Plaques phosphorescentes. — Appareil pour montrer les courbes de Lissajous.
MARANGONI e STAFANELLI. Monografia delle bolle liquide.
PAYOT, D. Guide du botaniste ou catalogue des plantes rares de la Suisse française.
Méthode analytique pour les plantes phanérogames; extrait de la flore française de De Candolle.
HOWELACQUE, M. Recherches sur l'appareil végétatif des bignoniacées, rhinanthacées, orobanchées et utriculariées. — Sur la formation des coins libériens des Bignoniacées.
CRAMER, C. Ueber die verticillirten Siphoneen besonders Neomeris und Cymopolia.
KARSTEN, H. Bentham-Hooker's Genera plantarum.
SACHS. Physiologie végétale.
REBER. Neue Pfahlbaufunde vom Lac du Bourget. — Die Vorgeblichen Dormen auf dem Mont Bavon. — Notice sur les dolmens.
ODIN. Essai d'une application des principes de la mécanique à l'écoulement des glaciers.
PAULY. Einführung in die quantitative chemische Analyse.
WURTZ. Leçons élémentaires de chimie moderne.
MEDICUS, L. Kurze Anleitung zur qualitativen Analyse.
STÆDELER. Leitfaden für die qualitative chemisch Analyse anorganischer Körper.
FLEISCHER, E. Die Titrir-Methode als selbständige quantitative Analyse.
LARDNER, D. Hand-books of natural philosophy and astronomy.
POURIAU. Eléments des sciences physiques appliquées à l'agriculture : Chimie inorganique.
Départ. de l'Agric. et du Commerce. Station centrale d'essais viticoles.
DUFOUR, J. Notice sur quelques maladies de la vigne. — Le phylloxéra dans le canton de Genève; le mildiou.
BLANC H. Ce que devient le puceron des pommiers pendant l'hiver.
Chronique agricole et viticole, 10 février et 10 mars 1888.
MARANGONI. Diboscamento e rimboscamento.
Programm, Unterrichtplan der landwirthschaftlichen Schule, auf dem Strikhof bei Zurich, 1886.
DE MORTILLET. Importation de la néphrite et du bronze.
REBER, B. Die Einwohner der Schweiz in vorgeschichtlicher Zeit.

BALMER, H.-F. Studien über Seeweg zwischen Europa und West Siberien.
Club alpin français. Bulletin mensuel 1888; 1889, 1-2, 4-9; 1890; 1891, 1-4.
KARSTEN. Illustrites Repetitorium der pharmaceutisch.-medic. Botanik und Pharmacognosie.
Eau minérale ferrugineuse d'Orezza.
Notice biographique sur le comte Berthollet.
Philadelphie. Bacteriological Laboratory. Reprints of three editorials regarding the priority in demonstrating the toxic effect of matter accompanying the tubercle bacillus and its nidus.
PITTIER, H. Apuntaciones sobre il clima y geografia de Costa-Rica.
PLANCHON, G. Des quinquinas, 1864. — Le kermès du chêne, 1864. — Note sur le poivre et les grignons d'olive, 1885. — Considérations générales sur la distribution géographique des médicaments simples, 1876. — Id., région méditerranéenne. — Plantes qui fournissent le curare, 1880.
Prince Albert Ier de Monaco. Zur Erforschung der Meere und ihrer Bewohner. Gesammelte Schriften.
(Don de M. Renevier.) HICKS, H. Pre-Cambrian Rocks. — The effects produced by Earth-movements on pre-cambrian and lœwer palæozoic rocks.
CHOFFAT, P. Sur une station préhistorique à Ovibos et sur la dispersion de l'Ostrea edulis aux temps préhistoriques.
WINCHELL. Recent observations on some canadian rocks: Recent vievs about glaciers.
JANNETTAZ. Sur l'emploi du bisulfate de potasse pour la distinction des sulfures naturels. — Note sur l'uranite de Madagascar. — Sur la génite des Pyrénées. — Note sur l'application des procédés d'Ingenhouz et de Sénarmont.
JANNETTAZ et MICHEL. Sur la néphrite ou jade de Sibérie.
FRAZER. An unjust attack.
HUNDHOUSEN, J. Ueber die Erbohrung der Steinkohle in Hamm.
SZAJNOCHA, L. Ueber ein fossiles Elenskelett. — Stratigraphie der Silur-Ablagerungen in Galizisch-Podolien. — Mittel devonische Bildungen in Zawadowka. — Die Mineralquellen Galiziens.
PAVLOW, A. Le callovien du gouvernement de Simbirsk et son rapport à l'Oxfordien. — Communication supplémentaire sur les couches néocomiennes et jurassiques supérieures de la Russie et de l'Angleterre.
The American geologist, 1890, 1-5; 1891, 1-6; VIII, 3.
MICHELI, M. Rapport du président de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève pour l'année 1889.
HOWELACQUE, M. Caractères anatomiques généraux des organes végétatifs des Rhinanthacées et des Orobanchées.
The american Association for the Advancement of science, 1890.
BRANNER, J.-C. Address before the section of geology and geography (Amer. assoc. for the Adv. of sc. 1890).
MC GEE, W.-J. The geology of the head Chesapeake bay.
BOMBICI, L. I rilievi crateriformi riproducenti l'aspetto dei terreni e dei coni vulcanici alla superficia di un grande

disco d'argento di fusione pesante duemila chilogrammi. — Le piu recente idee sulla formazione della grandinate. — Ancora sull' origine delle grandinate. — Contorsioni elicoidi. Gradazioni della sferœdria nei cristallli. Melanoflogite.

Bulletin des services de la carte géologique de France et des topographies souterraines, N° 16, II.

DEPERET et LEENHARDT. Sur l'âge des sables et argiles bigarrés du Sud-Est.

LÉVY et COLLOT. Sur l'existence de la néphélinite à Rougiers (Var).

STEFANESCU. Cursu elementaru de geologia.

RÜTIMEYER, L. Neuere Funde von Fossilien Säugethieren in der Umgebung von Basel. — Erinnerung an Prof. Alb. Müller. — Bericht über das Naturhistorische Museum vom Jahre 1890.

ELDRIDGE, G.-H. On certain peculiar structural features in the Foot-Hill region of the Rocky Mountains, near Denver, Colorado.

NEVIANI, Ant. Septarie e blocchi argillosi. — Sulla scoperta di marne fogliettate con pesci e tripoli nel pliocène. — Le collezioni del gabinetto di storia naturale del regio liceo Galluppi in Catanzaro. — Appunti sulla fillogenesi degli echinodermi.

DUPONT, E. Notice sur Laurent-Guill. de Koninck.

REUSCH, H. Skuringsmærker og morenegrus eftervist.

DECAUVILLE, P. Régime des chemins de fer secondaires en France.

Revue mensuelle de l'école d'anthropologie de Paris, 1891, 1-2.

OCHSENIUS, C. Einiges über Hebungen und Senkungen der Erdrinde.

HŒRNES, R. Die Anlage des Füllschactes in Rohitsch-Sauerbrunn (Styrie).

GEIKIE, Arch. The history of volcanic action in the area of the British Isles.

KILIAN, W. La géologie des Alpes et la carte de M. Noé. — Niveaux coralligènes du crétacé inférieur, dans les chaînes subalpines.

DE MARGERIE. Géologie : Asie et Amérique (Ann. géol. univ. 1890).

VASSEUR, G. Découverte d'une flore turonienne dans les environs des Martigues (Bouches-du-Rhône). — Sur l'existence de dépôts marins pliocènes en Vendée.

DE LAPPARENT. Sur l'argile à silex du bassin de Paris. — Histoire d'une collection.

DE NICOLIS e NEGRI. Sulla giacitura e natura petrografica dei basalti veronesi.

DE NICOLIS. Nuova contribuzione alla conoscenza della costituzione della bassa pianura veronesi e della relativa idrografia sotterranea.

The Mediterranean Naturalist, I, 1.

Le Naturaliste, N° 93.

DE LA RIVE. Rapport du président de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, pour l'année 1890.

RAMOND, G. Revue géologique de l'exposition universelle de Paris, 1889. — Le chemin de fer de Moulineaux.

MERCERAT. Sinopsis de la familia de los astrapotheridæ (eoceno de Patagonia). — Observations relatives à deux articles critiques de M. Florentino Ameghino.

PERON, A. Afrique septentrionale, géologie, 1889.

FALLOT, E. Groupe tertiaire, géologie, 1889.

JENTSCH, Alf. Bericht über die geologische Abteilung des Provinzial-Museums der Phys. Œconom. Gesellsch.

HILL, R.-T. The Comanche series of the Texas-Arkansas region. — Contributions to the geology of the Southwest. — Note on the geology of the Southwest.

HINTERWALDNER. Wegweiser für Naturaliensammler. Probeheft.

RAMOND, G., et DOLLFUS, G. Note géologique sur le chemin de fer de Mantes à Argenteuil.

Projet d'installation d'une usine pour la production de l'aluminium à Martigny.

COTTEAU, G. La géologie au congrès de Limoges, 1890. — Les délégués des sociétés savantes à la Sorbonne en 1890.

KATZER, F. Zur geologischen Beurtheilung der Trinkwasser von Wrschowitz, bei Prag.

MUSY. La Société helvétique des sc. nat. réunie à Fribourg les 19-21 août 1891. — Le canton de Fribourg; esquisse d'histoire naturelle.

SCHINZ, H. Observations sur une collection de plantes du Transvaal.

STEFANESCU. Carte géologique de la Roumanie par Draghiceanu.

La science pratique, VII, 6, 1er octobre 1891.

DU PASQUIER. Etudes sur les alluvions glaciaires du nord de la Suisse.

ACHARD. Notice sur les travaux et le service hydraulique de la Société de l'eau des Avants, 1877.

STREBEL. Le bétail bovin fribourgeois.

RUPERT, J. Address to the geological section of the british Association, 1891.

COOKE, J.-H. The mediterranean Naturalist, I, 4 (1 sept. 1891).

OFFRET, Alb. De la variation sous l'influence de la chaleur, des indices de réfraction.

BÆFF. Les eaux de l'Arve. Recherches de géologie expérimentale.

HICKS. On some recently exposed sections in the glacial deposits at Hendon.

GOSSELET. Analyse critique du travail de M. Lasne sur les terrains phosphatés de Doullens. — Sur le terrain houiller du Boulonnais. — Une faune marine. — Phosphate de chaux de Hessaye. — Observations sur la position du grès de Belleu. — Leçon d'ouverture du cours de minéralogie, 1890.

KEILHACK, K. Ueber die Lage der Wasserscheide auf der baltischen Seenplatte.

DUPONT. Sur des mollusques vivants et postpliocènes. — Mollusques recueillis au Congo.

DARVIS, W.-M. Topographie, développement of the Triassic Formation of the Connecticut Valley.
JENTSCH. Ueber einige Züge in der Oberflächengestaltung Westpreussens. — Bericht über die Vorwaltung der geologischen Provinzialmuseums, 1890, Königsberg.
PRESTWICH, J. On the age, formation and drift-stages of the Darent Valley. — The past and future of geology.
GRAF, J.-H. Landesvermessung und Karten der ganzen Schweiz.
CROLL, J. On the argument for the age of the earth as determined by sidal retardation. — Cataclysmic theorics of geological climate.
FORBES, D. The nature of the interior of the earth.
FORDHAM, G. Le col du Tour noir; second passage (premier du côté suisse).
DIND et BOURGET. Lausanne médical (Fêtes universitaires).
HOERNES, R. Die Herkunft des Menschengeschlechtes.
GEIKIE, J. Mountains : their origin, growth and decay.
DOLLFUS et RAMOND. Le chemin de fer de Moulineaux.
COLLOT. L'homme et les animaux fossiles de l'époque quaternaire de la Côte-d'Or. — Coup d'œil général sur la géologie des Bouches-du-Rhône. — Etat de la géologie des Bouches-du-Rhône.
TORCAPEL, A. Note sur la géologie de la ligne de Vogüé à Prades (Ardèche).
BRIART, A. Note sur une faune marine landenienne dans l'Entre-Sambre et Meuse.
DAPPLES, Ch. Ventilation des tunnels alpins en construction.
American geologist, VIII, 1, 4, 5.
OCHSENIUS, C. Zur Entstehung der Erdöls.
BALTZER. Geologisches — Geologische Notizen.
PROSSER. The geological position of the Catshil group.
MC GEE, W.-J. The southern entension of the Appomattox formation. — Id. (Abstract). — The field of geology and its promise for the future. — Encroachments of the sea. — An account of the progress in Geology, 1887, 1888. — The Appomattox formation in the Mississipi embayement. — The flood plains of rivers.
TELLINI, A. Da Tarento a Resia; note geologiche.
MODERNI. Le nummuliti della Majella (Abruzzi).
GACCIAMALI, G.-B. Gli elefanti fossili di val di Comino.
Carte géologique de la Roumanie par Draghiceanu, appréciée par S. Stefanescu.
COGELS, P. Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée, par de Stefani.
DAVIS, a. S. WARD LOPER. Two belts of fossiliferores black shale in the triassic formation of Connecticut.
JENTSCH. Ueber die angeblichen Yoldia-Thonkerne des schlesischen Diluviums.
MORTILLET. Excursion en Belgique.
HAUG. Mollusques céphalopodes.
FRAZER, P. The warrior coal field of northern Alabama. — Descriptive table of elements. — The progress of chemical theory; its helps and hindrances.
MERMIER, E. Note sur l'origine des courants d'air souterrains.

RENAUD, G. Revue géographique internationale, 188, 189.

Royal Dutch meteorological Institute. An attempt to compare the instruments for absolute magnetic measurement at different Observatories.

San Salvador. Observaciones meteorologicas, 1891, febr., marzo, abril, junio.

Station viticole du Champ-de-l'Air. Phylloxéra, rapports pour 1887-1890. Vignes américaines, 1887-1888.

SANFORD FLEMING. Time-Reckoning for the twentieth century.

SARASIN et DE LA RIVE. Propagation de l'ondulation électrique hertzienne dans l'air.

SCHARDT, H. Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura. — Origine du lœss.

ID. Leçon d'ouverture du cours de géographie physique professé à la Faculté des sciences de l'Université de Lausanne.

SCHÜBELER, F.-C. Tillaeg til Viridarium norvegicum, I.

SÓRET, J.-L. Des conditions physiques de la perception du beau.

Stavanger Museum, Norwege. Aarsberetning, 1890.

STEENSTRUP, Jap. Die Mammuthjäger. — Station bei Predmost im österr. Kronlande Mähren. — Photographie de l'auteur.

(Don de M. v. Török, à Budapest.) Anthropologia Füzetek, 1882. — Ueber einen Apparat zur Bestimmung der bilateralen Asymetrie des Schädels, 1886. — Ueber den Trochanter tertius und die Fossa hypotrochanterica in ihrer sexuellen Bedeutung. — Ueber den Schädel eines jungen Gorilla, 1887. — Ueber eine neue Methode den Sattelwinkel zu messen, 1890. — Ueber ein Universel-Kraniophor, 1889. — Sur les recherches anthropologiques de nos jours, 1890. — Beiträge zur Kenntniss der ersten Anlagen der Sinneorgane und der primären Schädelformation bei den Batrachiern. — Sur le rôle formatif des globules vitellins. — La distribution des maladies sur les races différentes. — Sur la mimique et les gesticulations de l'homme. — Das Wesen und die Aufgabe der systematischen Kraniologie. — Wie kann der Symphysiswinkel des Unterkiefers exact gemessen werden. — Grittner Gyula. Recherches craniologiques sur les habitants de la Hongrie.

Verein Luxemburger Naturfreunde. Fauna, 1891, 1.

WOLF, R. Astronomisch. Mittheilungen, LXXVII, LXXVIII.

Livres achetés en 1890 et 1891.

Carte des sondages du Léman, publiée par le Bureau topographique fédéral.

DAUBRÉE, A. Etudes synthétiques de géologie expérimentale.

ZACHARIAS, O. Die Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers.

Abonnements.

Voir vol. XXVI ; ajouter Paléontologie, de la Soc. géol. de France.

PROCÈS-VERBAUX

SÉANCE DU 5 NOVEMBRE 1890.

Présidence de M. Jean Dufour, président.

M. *le président* ouvre la séance en rappelant les pertes que notre Société a subies en MM. *Favre*, le savant géologue genevois, membre honoraire, et *Roux*, ancien pharmacien, un de nos membres actifs les plus zélés ; il prie l'assemblée de se lever en l'honneur de leur mémoire.

Le procès-verbal de la dernière séance est ensuite lu et approuvé.

MM. *Jules Capré* et *Charles Paris* sont proclamés membres de la Société vaudoise des sciences naturelles.

MM. *Lavanchy*, pharmacien à Carouge, et *Auguste Vautier*, à Grandson, présentés par MM. Charles Dufour et Jean Dufour, sont inscrits au nombre des candidats.

M. *le président* lit une lettre de la Société murithienne, qui lui a décerné le titre de membre honoraire, et rend compte en quelques mots du 100e anniversaire de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, auquel assistaient aussi d'autres membres de la Société vaudoise.

Notre bibliothèque a été enrichie par des dons importants de MM. Sylvius Chavannes et Dumur, colonel. M. Dufour signale le bel ouvrage de M. Eug. Renevier, *Monographie des Alpes vaudoises.*

M. Renevier présente les deux derniers numéros des *Eglogæ geologicæ helveticæ*, offerts par la Société suisse de géologie, ainsi que quelques ouvrages et brochures de MM. Fritsch, de Prague, et Cotteau, nos membres honoraires.

La Société de géographie de Berne nous invite à participer au congrès international des sciences géographiques de 1891 ; les membres de notre Société qui désirent y présenter des travaux sont priés d'en aviser le bureau.

Il nous est parvenu également une invitation du 2me congrès international d'ornithologie, à Budapesth, en mai 1891.

M. Ch. Dufour, prof., appuyé par MM. Renevier et Forel, prie le Comité d'étudier la possibilité de changer le jour des séances de l'après-midi, plusieurs professeurs et les étudiants étant empêchés d'y participer.

Communications scientifiques.

M. **Jean Meyer**, ingénieur en chef du Jura-Simplon, adresse une lettre à M. le président au sujet d'une rectification concernant son travail sur la chaleur souterraine. Cette lettre sera insérée dans le Bulletin sous forme de note.

M. **F.-A. Forel**, en continuant ses recherches sur la *genèse du lac Léman* (v. séances du 8 janvier et du 5 mars 1890), a retrouvé dans les œuvres de Ch. Lyell *(Antiquité de l'homme*, p. 332 de la trad. Chaper. Paris, 1864) l'énoncé d'une théorie presque identique à la sienne. Il se hâte de rendre hommage à l'antériorité de l'auteur anglais, et se borne à réclamer le fait d'être arrivé au même résultat indépendamment des travaux de son prédécesseur et par une autre voie que lui. Sir Ch. Lyell a du reste compliqué sa théorie en faisant intervenir les glaciers comme agents conservateurs du bassin des lacs, pour les empêcher d'être comblés par l'alluvion torrentielle pendant un affaissement trop lent de la région supérieure des vallées. M. Forel juge ce complément inutile et même non justifié.

M. **Ford'ham.** Bolide observé le 20 juin 1890. *(Voir aux mémoires.)*

M. **Gauthier.** Etude du cyclone du 19 août. *(Voir aux mémoires.)*

M. **Delebecque**, ingénieur, présente une carte du lac d'Annecy dressée par ses soins et montre les particularités de ce bassin.

M. **Bieler**, directeur, rappelle qu'il a énuméré dans une précédente séance un certain nombre de facteurs qui peuvent modifier la coloration des animaux et des plantes, et en confirmation des indications qu'il a données sur ce sujet, il présente à la société une douzaine de papillons *Chelonia caja*, dite « écaille martre ».

Cinq de ces papillons pris en liberté, et qui ont reçu une nourriture variée, présentent des raies très prononcées, comme c'est la règle, et sur l'abdomen de petites raies transversales, foncées, variables de dimensions, mais assez prononcées.

Trois autres papillons proviennent de chenilles qui ont été élevées par M. Pouly et qui ont été nourries par lui exclusivement de feuilles de laitues; ces trois exemplaires ont les raies blanches de l'aile supérieure à l'état normal, mais les raies foncées de l'abdomen sont beaucoup moins prononcées qu'à l'état naturel.

Enfin trois autres papillons proviennent de chenilles que M. Pouly a eu la patience de nourrir presque exclusivement de feuilles de noyer. Quoique l'élevage se soit trouvé défectueux à cause de l'état des feuilles de noyer de cette année, on peut constater un rétrécissement très marqué des raies blanches sur les ailes supérieures des trois exemplaires que M. Bieler présente de la part de M. Pouly.

SÉANCE DU 19 NOVEMBRE 1890.

Présidence de M. Jean DUFOUR, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. DUFOUR retrace en quelques mots la vie et les travaux de M. le prof. *Mousson,* de Zurich, notre membre honoraire récemment décédé.

Il proclame ensuite MM. *Lavanchy* et *Vautier* membres de la Société.

La Société d'émulation du Doubs nous invite à participer à sa réunion annuelle.

Communications scientifiques.

M. **Gauthier.** Cyclone du 19 août. (Suite.)

M. **Decoppet,** forestier. La « Nonne » et ses ravages dans les forêts.

M. **Lugeon.** Géologie des environs de Salanfe et de Luision. *(Voir aux mémoires.)*

SÉANCE DU 3 DÉCEMBRE 1890, A L'AUDITOIRE DE GÉOLOGIE.

Présidence de M. Jean DUFOUR, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Communications scientifiques.

M. le prof. **Renevier** présente une magnifique plaque, de 1 mètre sur 75 centimètres, de schiste noir, remplie de nodules jaunes, transparents, d'une résine fossile analogue au *Succin,* mais beaucoup plus fragile. Cette belle pièce, venant de la colline des Allinges, près Thonon, a été donnée au musée de Lausanne par M. l'ingénieur Delebecque. Elle provient des carrières derrière le village, au pied des rochers, où le banc en question a une étendue de quelques centaines de mètres, et un plongement de 50° S.-E., soit contre la montagne. Il se trouve au milieu de bancs de grès dur et compact, de couleur claire, très homogène, attribué généralement au flysch.

M. FOREL émet des doutes sur la possibilité que cette résine se soit déposée sur place, au pied des conifères succinifères. Il croirait plutôt à un entraînement par les eaux et à l'accumulation dans quelque mare ou baie tranquille.

M. Benoit dit avoir vu une accumulation actuelle analogue, de résine aussi abondante, dans une forêt de pins maritimes, entre Livourne et l'embouchure de l'Arno.

M. **Renevier** a profité de ce que la Société se réunissait dans l'auditoire de géologie pour préparer une petite exposition de fossiles remarquables du musée de Lausanne récemment acquis ou préparés et montés pour nos collections, en particulier une série de beaux *Rudistes* et *Diceras*, ainsi que le crâne de *Rhinocéros* trouvé par M. Fordham dans un bloc roulé de la Paudèze, dont la reconstitution a donné beaucoup de peine.

M. **Renevier** communique à la Société des renseignements nouveaux, qu'il a obtenus depuis la publication de sa *Monographie des Hautes-Alpes vaudoises*, sur le gisement éocène des Diablerets. Il s'agit d'une série de fossiles, recueillis couche par couche dans ce gisement, et qui confirment son appréciation de l'envahissement succcessif de ce point par la mer éocène.

Les couches inférieures au banc d'*Anthracite* ne contiennent que des organismes d'eau douce, *Chara helicteres*, *Limnœa longiscata*, etc. Au-dessus de l'*Anthracite* se trouvent des bancs à fossiles saumâtres, avec *Cerit. Diaboli*, qui est probablement un *Potamides*. Puis le caractère marin s'accentue de plus en plus en s'élevant, et ce n'est que dans les couches supérieures du gisement que les polypiers deviennent abondants. *(Voir aux mémoires.)*

M. **F.-A. Forel** décrit les *Seiches considérables* qui ont été constatées sur le lac Léman le 20 août 1890. Déjà la veille, l'atmosphère, troublée par diverses perturbations, avait mis en mouvement le lac et les seiches étaient assez fortes; des séries de seiches avaient débuté le 19 août, à 1 heure, à 6 heures et à 11 heures du matin; cependant les limnographes de Sécheron et de Thonon n'indiquent aucune impulsion spéciale causée à 8 heures du soir par le passage du cyclone de Saint-Claude sur la vallée de Joux, à 20 kilomètres de distance du lac. Le 20 août, à 4 heures du matin, les seiches ont repris une nouvelle intensité. Mais la grande impulsion a été donnée à 8 heures du matin seulement, et cela avec une puissance telle que les tracés limnographiques de Sécheron ont enregistré des dénivellations de 63 centimètres, et ceux de Thonon de 13 centim. 05, les plus fortes seiches observées depuis que les limnographes sont établis sur le Léman.

Dans le Rhône de Genève, les seiches ont été, suivant la règle démontrée déjà par M. E. Sarasin, plus fortes encore que dans le lac, et on a observé au bâtiment des turbines des dénivellations de l'eau atteignant $1^{m}.43$.

Les plus grandes seiches connues à Genève sont celles :

Du 3 août 1763	$1^{m}.48$	H.-B. de Saussure.
Du 16 septembre 1600 . . .	$1^{m}.62$	Fatio de Duillier.
Du 3 octobre 1841	$1^{m}.87$	Veinié.

Les tracés des baromètres enregistreurs expliquent parfaitement ces puissantes impulsions données au balancement de l'eau du lac. Le barographe de Morges (petit Richard) montre, pour le 20 août, entre 8 et 10 heures du matin, une hausse de 4^{mm}, suivie d'une

baisse de 3mm, suivie d'une hausse de 4mm. Le barographe de Thonon (grand Richard, Delebecque) indique de 7 à 7 heures 25, une hausse de 3mm; de 7 heures 25 à 8 heures 30, une baisse de 2mm, et de 8 heures 30 à 8 heures 40, une hausse de 3mm.

M. le Dr **H. Schardt** présente un travail qu'il vient d'achever sur l'*extrémité sud de la première chaîne du Jura* (chaîne du Reculet-Vuache). Il décrit la structure de cette chaîne, les plis secondaires qui se voient sur l'arête culminante, entre la Faucille et le Credo ; le pli-faille qui en borde, sur toute cette longueur, le pied occidental, mettant en contact la mollasse de la vallée de la Valserine avec le jurassique supérieur; il relève ensuite l'étrange changement de direction de l'axe de la chaîne au nord du Credo; l'extinction sur ce même point de la seconde chaîne du Jura; enfin la naissance, à l'extrémité sud du Credo, d'une grande faille longitudinale qui partage la montagne en deux moitiés, suivant l'axe anticlinal du pli. La moitié ouest s'affaisse et disparaît totalement sur 10 kilom. après avoir formé encore un dernier pointement, le rocher de Léaz. La moitié est, par contre, forme la montagne du Vuache, qui disparaît à son tour, près de Chaumont, pour laisser sortir le mont de Musiège, — réapparition de la lèvre affaissée ouest de la faille. Cette petite montagne n'est qu'une demi-coupole, qui s'arrête également, et le Vuache paraît totalement éteint. Mais 8 kilomètres plus au sud l'abrupt ouest de la montagne de la Balme offre une faille qui est le prolongement bien visible de celle du Vuache. La comparaison du chaînon étudié avec la direction des autres chaînes du Jura et des Alpes du voisinage d'Annecy, conduit à des constatations d'un haut intérêt. Aussi l'étude stratigraphique de cette partie du Jura est des plus attrayantes. Le néocomien, surtout, a fourni des documents stratigraphiques et paléontologiques importants. M. Schardt décrit le facies du calcaire à *Ostrea rectangularis* surmontant le valangien, il est très développé au Salève et au Vuache et s'éteint vers le nord. A la base du valangien supérieur, les marnes d'Arzier sont assez développées au pied du Jura vaudois, s'amincissent vers le sud et finissent par manquer au sud du Vuache.

Un mémoire accompagné d'une carte et de planches paraîtra dans le *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles.*

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 17 DÉCEMBRE 1890.

Présidence de M. Jean Dufour, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

MM. *Neiss,* docteur; *Hermann Goll* et *Chatelanat-Bonnard* donnent leur démission de la Société.

M. Forel demande qu'on prie M. Goll de retirer sa démission.

Election du président : M. *H. Golliez* est élu par 18 voix.

Election du vice-président : M. *H. Schardt* est élu au 2e tour par 19 voix.

Election d'un 5e membre du Comité : M. *Delebecque,* ingénieur, est élu au 2e tour par 23 voix.

Les *jours et heures des séances* seront les mêmes en 1891 que précédemment.

La *cotisation annuelle* est fixée à 8 fr. pour les membres de la Société habitant le district de Lausanne et à 6 fr. pour les membres forains.

A propos de la discussion du budget, M. Forel désire savoir si le Comité s'est occupé de sa demande concernant la météorologie du canton de Vaud.

M. *le président* lui donne les explications nécessaires.

Le budget pour 1891 est ensuite adopté comme suit :

RECETTES

5 contributions d'entrée à 5 fr.	Fr.	25
110 contributions annuelles à 8 fr.	»	880
90 » » à 6 fr.	»	540
Compte d'intérêt	»	3200
Sous-location	»	300
Vente de Bulletins	»	60
	Fr.	5005

DÉPENSES

Impression du Bulletin	Fr.	2700
Bibliothèque	»	200
Fonds de Rumine	»	600
Loyer	»	700
Administration	»	700
Imprévus	»	105
	Fr.	5005

M. Blanc, professeur, donnant sa démission de commissaire-vérificateur, est remplacé par M. *Dapples,* colonel.

Il est parvenu au Comité une lettre de M. Buhrer, pharmacien, à Clarens, demandant l'impression d'un supplément du catalogue de la bibliothèque. Cette question est renvoyée au Comité pour étude, après une proposition de M. *Henri Dufour* demandant que la liste des volumes seule paraisse à époques régulières.

M. *le bibliothécaire* fait observer que les livres reçus ou achetés sont indiqués à la fin de chaque volume du Bulletin.

L'ordre du jour de l'assemblée générale étant épuisé, M. Jean Dufour remercie en quelques mots la Société de la confiance qu'elle lui a accordé et passe la présidence à M. H. Golliez pour la deuxième partie de la séance.

Communications scientifiques.

M. **Gauthier.** Cyclone du 19 août. (Fin.)

M. **Palaz**, professeur. 1o Calculs relatifs aux phénomènes électriques du cyclone; 2o Formule photométrique des lampes à arc.

M. **Delebecque**, ingénieur. Considérations sur les seiches.

M. **F.-A. Forel** a cherché à réunir les dates les plus certaines sur l'heure du cyclone du 19 août, en comparant et en critiquant les données fournies par MM. le maire de Saint-Claude, le professeur Cadenat et l'abbé Bourgeat, à Saint-Claude; Fréd. Tardy, à Bourg; L. Gauthier, au Sentier, et les employés du chemin de fer à Croy et à Lausanne. Il arrive aux résultats suivants pour le passage de l'ouragan, exprimé en temps moyen de Berne:

Passage à Saint-Claude	8 h.
» au bas du Chenit . . .	8 h. 16
» à Croy	8 h. 37

La distance de Saint-Claude à Croy étant de 58 kilom. 05, la vitesse moyenne de translation a été de 27 mètres à la seconde. Du Chenit à Croy, sur une distance de 27 kilom., la vitesse n'a plus été que de 21 mètres à la seconde. La vitesse de translation a donc été en décroissant.

Une vitesse de translation de 27 mètres à la seconde n'explique pas les ravages causés par le vent. Donc il y a eu dans le phénomène un mouvement tournant. C'était un cyclone ou une trombe, comme l'a du reste prouvé l'ensemble des observations faites sur les lieux : le sens de la rotation était de droite à gauche.

Le diamètre moyen du cyclone étant de 500 mètres, et la vitesse de translation de 27 mètres à la seconde, l'ouragan n'a pas duré sur chaque point de l'axe du cyclone plus de 19 secondes en moyenne.

M. le Dr **Schardt** expose une nouvelle théorie sur l'origine des plis déjetés et couchés qui forment les Tours Salières et les Dents du Midi.

La paroi des Dents du Midi est formée par plusieurs plis de néocomien entassés les uns sur les autres, si bien que le jurassique paraît faire absolument défaut dans l'intérieur de ces lacets. Et pourtant un pli anticlinal de néocomien suppose toujours un noyau de jurassique, dont les contours sont plus ou moins parallèles avec les courbures du néocomien; or, cela paraît manquer aux Dents du Midi.

Bien que les Tours Salières, au sud du col de Susanfe, soient entièrement formées de terrains jurassiques, également en plis déjetés et couchés, formant dans leur ensemble une grande voûte culbutée, il n'y a pas possibilité d'établir un parallélisme direct entre les lacets du néocomien des Dents du Midi et ceux du jurassique des Tours Salières. Le néocomien paraît s'être plissé *indépendamment* du jurassique au pied de la paroi des Tours Salières. Or il existe néanmoins une *analogie frappante de forme* entre deux des plis du néocomien et du jurassique de part et d'autre; d'où M. Schardt conclut que le jurassique des Tours Salières est bien l'*ancien* noyau des plis du néocomien des Dents du Midi, mais que ce dernier s'est *détaché* du jurassique au moment du renversement de la voûte et s'est plissé librement en *accentuant* seulement les plis primitivement indiqués et que l'on retrouve encore dans le noyau jurassique ainsi dénudé. C'est un mécanisme semblable à celui qui s'opère lorsque la neige glisse sur un plan incliné. M. Schardt montre un profil complété théoriquement et qu'il a construit déjà en 1886. Ce profil rend

très compréhensible cette manière de voir. Les études faites depuis lors ont apporté encore plus de motifs pour appuyer cette hypothèse. Même le massif des Tours Salières et des Dents du Midi tout entier, qui est formé dans son ensemble par une grande voûte renversée par dessus une synclinale écrasée de terrain éocène, pourrait être envisagé comme produit par le glissement de la nappe sédimentaire sur un plan incliné, formé par la surface des terrains cristallins et le carbonifère-trias.

Une seconde communication de M. **Schardt** est relative au *sidérolithique du Jura.* En comparant les dépôts sidérolithiques du Jura vaudois avec ceux du Jura méridional,— chaîne du Reculet-Vuache, on est frappé de la différence pétrographique qui existe entre les dépôts de ces deux régions. Dans le Jura vaudois on trouve, à part le minerai de fer, beaucoup de bolus, sorte d'argile ferrugineuse dure de couleur rouge ou jaune. Dans la chaîne du Reculet-Vuache, au Salève, à Allonzier, à la Balme, etc., ce sont surtout des sables qui représentent le sidérolithique, sables argilo-ferrugineux ou siliceux purs. Cela indique une différence dans le mode de formation. Le minerai de fer en grains n'a été trouvé que sur un seul point, à Serzier, au pied du mont de Musiège, à la base d'un énorme dépôt de sable ferrugineux contenant des nodules de fer oxydé.

M. Schardt parle encore d'un gisement unique dans son genre; deux grands filons de fer oxydé compact, traversant le jurassique supérieur, près des chalets de Malay sur Lélex, sur le flanc du Reculet. On y a tenté autrefois une exploitation, quoique l'affleurement soit à 1325 m. L'analyse a montré que ce minerai était formé presque exclusivement de Fe_2O_3 avec une faible proportion de FeO, sans eau combinée. Cette richesse est bien plus grande que celle des fers sidérolithiques. Nul doute que ce minerai est une roche semi-éruptive formée par des sources ferrugineuses thermales, ce qui est attesté par la forte corrosion de la roche calcaire ambiante.

SÉANCE DU 7 JANVIER 1891.

Présidence de M. Golliez, président.

En ouvrant la séance de ce jour, M. *le président* exprime ses vœux de prospérité pour la Société pendant cette nouvelle année.

Il annonce la mort de M. *Stoppani,* géologue italien.

M. Nicati, secrétaire, absent, est remplacé par M. Gauthier.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Il est donné connaissance des démissions suivantes :

MM. *Auguste Forel,* à Zurich;
Charles Aguet, géomètre breveté, Lausanne;
Louis Baud, à Payerne;
Vuilliémoz, pharmacien, à Payerne;
Paccaud, Emile, directeur des péages, à Lausanne.

Le Comité pourra faire des démarches auprès de ces membres démissionnaires, s'il le juge à propos, afin d'obtenir le retrait de ces démissions.

Il pourra faire connaître aux membres n'habitant pas le canton la possibilité de rester membre en congé et la décision concernant l'abaissement à 6 fr. de la cotisation annuelle pour les membres forains.

M. *Paul Paccaud,* chimiste, pose sa candidature; sa demande est signée de MM. Golliez, président, et L. Gauthier.

M. RENEVIER présente à l'assemblée le 2e volume de la IIe série des *Eglogæ,* et dont il fait don à la bibliothèque de la Société.

Communications scientifiques.

M. **Henri Dufour.** Résumé des observations météorologiques de décembre 1890 et de l'année 1890.

M. **E. Chuard,** prof., communique ses observations concernant le changement de volume d'un liquide à la suite de la fermentation alcoolique. Le mélange de l'alcool avec l'eau est accompagné, comme l'on sait, d'une contraction qui est maximum pour les proportions de 52 vol. d'alcool et 48 vol. d'eau. Elle est alors d'environ 36 ‰. Pour le mélange d'alcool et d'eau dans les proportions qu'on rencontre ordinairement dans nos vins, la contraction, déterminée par M. Chuard, varie de 4.2 ‰ pour un mélange renfermant 6 % d'alcool, à 10.2 ‰ pour un mélange renfermant 12 % d'alcool.

Ces faits font prévoir une contraction à la suite de la fermentation alcoolique. Effectivement, deux séries d'observations, en 1889 et 1890, ont permis de constater une diminution de volume, indépendante de l'évaporation, qui varie de 3.6 à 4.8 pour mille.

Les vins dont on a suivi la fermentation au point de vue des changements de volume, avaient une teneur alcoolique de 7 ½ à 8 ½ % en volume. Il est donc permis d'admettre que les moûts de notre pays subissent par la fermentation une contraction, due exclusivement au remplacement du sucre par l'alcool, dont la valeur est comprise entre 3 ½ et 5 ‰.

M. **F.-A. Forel.** Sur les fléchettes recueillies sur une partie du trajet de la trombe du 19 août 1890.

M. **Henri Dufour.** Observations faites sur la trombe du 19 août 1890, 1re partie. (Etat de l'atmosphère avant et pendant l'orage.)

SÉANCE DU 21 JANVIER 1891.

Présidence de M. H. Golliez, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le président proclame M. *Paccaud, Paul,* membre de la Société.

Communications scientifiques.

M. **Henri Dufour**, prof. Eléments météorologiques de janvier 1891.

M. **Palaz**, prof. La géométrie non-euclidienne, d'après un mémoire de M. Maillard, instituteur, à Yverdon.

PROCÈS-VERBAUX

SÉANCE DU 4 FÉVRIER 1891.

Présidence de M. Golliez, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le président annonce la candidature de M. le Dr *H. Stilling*, professeur à l'Université de Lausanne, présenté par MM. Jean Dufour et Henri Blanc.

Communications scientifiques.

M. **Gauthier** parle des températures excessives en décembre 1890 et janvier 1891 dans les vallées de Joux et du Doubs supérieur.

Décembre 1890. En comparant les moyennes minimales et maximales des trois stations : *Mouthe,* altitude 930 mètres; *Sentier,* 1020 mètres; *Chalet-Capt,* 1350 mètres, on reconnaît l'inversion de température dans les moyennes des températures nocturnes et dans les moyennes des températures diurnes.

Chalet-Capt,	1350 mètres,	moyenne des	minima	— 7°.6
»	»	»	maxima	— 1°.56
Sentier,	1020 mètres,	»	minima	— 15°.0
»	»	»	maxima	— 4°.2
Mouthe,	930 mètres,	»	minima	— 15°.7
»	»	»	maxima	— 5°.6

On la reconnaît aussi dans les températures excessives :

Minimum absolu à	Mouthe	— 23°	le 14.
»	au Sentier	— 25°.8	le 16.
»	au Chalet-Capt	— 13°	les 11, 12 et 24.

Janvier 1891. Les températures *excessives* dépendent avant tout de conditions atmosphériques locales qui favorisent le rayonnement nocturne.

Ces conditions se sont trouvées réunies neuf fois sur vingt-deux, de façon à produire des différences de six à dix-sept degrés entre les températures minimales du Sentier et de Mouthe.

Trois fois elles ont produit un froid plus intense au Sentier :

	Sentier.	Mouthe.		Sentier.	Mouthe.
le 5 janvier,	— 27°	— 10°.	Amplit. de ces journées :	25°	8°
« 13 »	— 16°.6	— 8°.	» »	11°.6	8°
« 15 »	— 24°.5	— 8°.	» »	15°.7	3°

Six fois elles ont produit un froid plus intense à Mouthe :

	Sentier.	Mouthe.			Sentier.	Mouthe.
6 janvier,	— 23°.	— 29°	Amplit.	de ces journées :	20°	20°
9 »	— 14°.5	— 26°	»	»	1°.8	19°
17 »	— 17°	— 28°	»	»	7°	14°
19 »	— 19°	— 33°	»	»	12°.3	11°
20 »	- 24°.3	— 29°	»	»	12°.8	26°
21 »	— 9°.	— 18°	»	»	3°	16°

Les températures *basses et persistantes* dépendent de causes générales qui se sont fait sentir à Mouthe comme au Sentier, et ailleurs.

La période des vingt-deux premiers jours de janvier 1891 est remarquablement froide.

			Sentier.
En effet, les températures	minimales	ont varié de	— 8°.5 à — 25°
»	maximales	»	- 0°.2 à — 16°
			Mouthe.
»	minimales	»	— 8°.0 à — 33°
»	maximales	»	+ 4°.0 à — 14°

Les moyennes journalières de ces vingt-deux jours sont : — 12° au Sentier, et — 11°.2 à Mouthe.

On peut reconnaître dans ces vingt-deux jours deux périodes de plus grands froids.

La 1re, du 7 au 11 : Moyenne — 12°.6 au Sentier.
» — 13°.0 à Mouthe.
La 2me, du 15 au 19 : » — 17°.4 au Sentier.
» 16°.5 à Mouthe.

Le jour le plus froid a été le 18 janvier, au Sentier; le thermomètre y a oscillé entre — 23°.2 et — 16°.2; et le 17 janvier à Mouthe, où les extrêmes ont été — 28° et — 14°.

S'il n'y a pas possibilité d'atténuer ces températures basses et persistantes, ces grands froids, dont les causes nous sont encore inconnues, il n'en est pas de même des températures excessives qui sont dues au rayonnement nocturne que le concours d'un certain nombre de conditions locales peut augmenter ou diminuer.

La comparaison du régime thermique de diverses contrées peut faciliter la connaissance approfondie de ces conditions locales et de là découlera l'étude des moyens pouvant atténuer ces températures excessives si pernicieuses à l'agriculture.

M. **Schardt**, prof. Concrétion de carbonate de chaux imitant un polypier trouvée au Bévieux.

M. **Schardt**, prof., communique à la Société, sur la géologie du massif du Simplon, quelques observations faites en juillet et août 1890, au cours d'une expertise sur le dernier projet du tunnel. Les résultats de ces nouvelles études concordent en somme avec les conclusions des rapports d'expertise de 1878 à 1882, dus à MM. Renevier, Heim, Lory et Taramelli. Cependant, M. Schardt a pu traiter la question avec plus de détails et a dressé une carte géologique et un profil détaillé qui rendent compte de la structure de ce massif. Il relève entre autres points ses vues sur les schistes lustrés qui ne forment pas une masse unique, mais doivent être séparés en deux groupes ou zones : les schistes argileux foncés, pauvres en mica,

avec gypse et dolomies à leur base et qui forment le Brigerberg, entre Lauenen et le Rhône; la seconde zone est formée de schistes siliceux, calcaires, gris, très micacés sur la surface des feuillets, tandis que l'intérieur a la texture d'un grès; des bancs de dolomie, avec gypse par places, séparent ce terrain de la grande masse de schistes cristallins (gneiss schisteux, micaschistes, schistes amphiboliques, entrecoupés de bancs de dolomie et de calcaires blancs) qui forment la chaîne du Wasenhorn et du Monte-Léone. Les schistes lustrés gris paraissent être plus anciens (trias) que le schiste noir jurassique lias) et semblent former deux replis successifs en forme de *N*.

M. Schardt a aussi cherché à s'assurer s'il existe ou non des replis dans les gneiss et les schistes cristallins qui surmontent, en immense épaisseur, la voûte du gneiss d'Antigorio. Il croit pouvoir affirmer l'existence d'un pli synclinal en forme de *V* sur le versant sud-est de l'arête du Wasenhorn; ce pli suppose une voûte écrasée au nord de cette arête. Dans tous les autres cas, où des replis paraissent exister, il y a lieu d'admettre plutôt des apparences dues à des changements d'épaisseur des zones de gneiss et de micaschistes. M. Schardt touche encore la question d'un gisement de gypse affleurant entre le gneiss d'Antigorio et le micaschiste qui lui est inférieur. Il ne pense pas que ce gypse soit dû à la transformation du gneiss qui le surmonte; son aspect gneissoïde n'a rien d'étonnant, lorsqu'on songe à la compression énorme que cette roche a dû subir; quant à sa composition, c'est bien du sulfate de calcium et non du kaolin, comme on pourrait le croire à première vue. Ce gypse semble au reste former une couche ou lentille d'une assez grande étendue.

M. **F.-A. Forel** décrit deux types de congélation des eaux :

1° *Congélation pelliculaire indéfinie.* Quand l'eau est calme, les aiguilles de glace s'unissent en une lame d'étendue indéfinie qui s'étale à la surface et s'accroît en épaisseur par sa face inférieure.

2° *Coagulation discrète.* Quand l'eau est agitée par des vagues et des courants, il se forme des *glaçons-gâteaux*, tables de glace circulaires, mobiles, s'accroissant en diamètre par apposition de couches périphériques jusqu'à ce que, par leur pression réciproque et par l'arrêt des mouvements de l'eau, elles s'immobilisent et se soudent ensemble en une nappe continue. Le glaçon-gateau est entouré d'une couronne ou bourrelet de glace blanche formée par les débris de glace résultant du heurt avec les glaçons voisins. Le bourrelet s'élève en l'air et par son poids fait enfoncer le radeau de glace qui est ainsi recouvert d'une lame d'eau. Cette couche d'eau mise en oscillation par les mouvements du glaçon attaque le bourrelet à son bord interne et tend à le rejeter à l'extérieur; comme le bourrelet se reforme sans cesse, à mesure que le glaçon s'accroît, il reste toujours périphérique. Le glaçon-gâteau s'accroît en épaisseur par apposition de couches nouvelles sur les deux surfaces horizontales; les nouvelles couches de glace sur la face supérieure englobent les restes des bourrelets antérieurs qui n'auraient pas été détruits par les vagues de balancement de l'eau. Le noyau originaire du glaçon-gâteau peut être un morceau de glace quelconque; il n'est pas nécessaire de lui trouver une origine toujours identique.

La congélation par coagulation discrète est le mode de prise des fleuves qui charrient.

Ces deux types ont été observés cette année sur le lac Léman. La congélation pelliculaire a eu lieu dans le Petit Lac, entre autres entre Corsier et Cologny, les 29 et 30 janvier 1891. La coagulation par formation de glaçons-gâteaux a pris la rade de Genève du 18 au 21 janvier, et a été vue au fond des golfes de Morges et de Nyon.

SÉANCE DU 18 FÉVRIER 1891.

Présidence de M. Golliez, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le président proclame M. le Dr *H. Stilling* membre de la Société.

Il annonce ensuite que la nouvelle loi sur les mines contient une disposition qui prévoit la conservation des blocs erratiques. C'est là un point acquis grâce aux efforts persévérants de la Société. Il annonce en outre que M. *Bugnion* a fait don à la bibliothèque d'une volumineuse notice sur la faune entomologique du Valais.

Communications scientifiques.

M. **Palaz.** La lumière de l'avenir (conférence).

M. **Henri Dufour** présente un nouvel anémomètre, combiné par lui.

SÉANCE DU 4 MARS 1891.

Présidence de M. Golliez, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le président annonce le don fait par M. *Gauthier* de sa *Notice sur le cyclone du 19 août 1890.*

Communications scientifiques.

M. le Dr **H. Schardt** fait une conférence sur les discussions qu'a provoquées à plusieurs reprises l'origine du « lœss », ce terrain argilo-sableux et limoneux, légèrement calcaire, qui recouvre, sur de grandes étendues, les collines sur les deux bords de la vallée du

Rhin, de Bâle en aval. Il y a aussi du lœss aux environs d'Aarau et dans la vallée du Rhin saint-gallois. Ce terrain se distingue toujours nettement du « lehm », soit de l'argile plastique jaune qui l'accompagne quelquefois.

Les opinions au sujet de l'origine du lœss sont très partagées. M. Schardt cite les arguments qui ont été avancés pour attribuer au lœss une origine fluviale, contrairement à la théorie de Richthofen, qui en fait un sédiment éolien. La théorie du ruissellement, qui a aussi été défendue par plusieurs géologues, ne paraît pas pouvoir satisfaire dans bien des cas.

Tout considéré, il paraîtrait qu'il existe plusieurs types de lœss :

1° Le vrai lœss, limon argilo-sableux très fin, avec 5-10 % de carbonate de chaux; faune composée exclusivement de coquilles terrestres, disséminées uniformément dans le limon, qui contient ordinairement aussi des concrétions connues sous le nom de « poupées du lœss ». L'absence de toute stratification, la situation de ce terrain sur les terrasses et plateaux les plus élevés et même sur les collines et buttes isolées, à plus de 150 mètres au-dessus du niveau actuel du Rhin, excluent, à la fois, son transport par le Rhin et son apport par voie de ruissellement. Il ne reste pour ce terrain que l'origine éolienne, qui est encore attestée par l'extrême finesse, puis par l'uniformité du grain et de la composition.

2° Le lœss stratifié qui se trouve sur les terrasses inférieures, jusqu'au niveau des cours d'eau. Le grain et la composition sont assez variables. Aux coquilles terrestres s'associent des coquilles de mollusques d'eau douce en faible proportion. Le charriage par l'eau est démontré par la stratification. C'est un produit du remaniement du lœss amené anciennement par le vent dans ces régions basses, mêlé aux limons propres de la rivière; c'est en un mot un limon de colmatage, un « Hochwasserschlaum ».

3° L'argile plastique jaune, ou lehm, est privée de carbonate de chaux et contient peu de sable. Les coquilles y font souvent défaut. Ce terrain serait le produit d'un remaniement local du lœss et des dépôts glaciaires dû au ruissellement des eaux atmosphériques. Ce limon peut naître aussi de la lévigation de tout autre terrain argilifère. L'effet des eaux atmosphériques se montre encore dans la décalcarisation du lœss, qui perd parfois son carbonate de chaux sur plusieurs mètres en dessous de la surface.

Il conviendrait, après cela, de ne réserver le nom de « lœss » comme terme pétrographique qu'au premier type, le lœss des plateaux; ce nom ne peut pas être usité pour les autres cas, parce qu'il implique en même temps un sens pétrogénique, l'origine éolienne. Le lœss éolien est en étroite liaison avec les glaciers diluviens; il s'est formé par l'enlèvement des limons fins par le vent, sur les immenses surfaces dénudées, après le retrait des glaciers.

M. **F.-A. Forel** résume les faits de la congélation du lac Léman en janvier et février 1891.

La période de froid a commencé le 26 novembre 1890, elle a duré jusqu'au 1er mars 1891, soit pendant 96 jours.

Depuis le 7 janvier au 1er mars, la température du Petit Lac est descendue au-dessous de 4° centigrades.

Il y a eu congélation du port et de la rade de Genève du 17 au 22 janvier. Cette congélation ayant eu lieu par un temps de bise, a

pris la forme de coagulation discrète en glaçons-gâteaux, qui se sont soudés en nappe continue (voir séance du 4 février). Sitôt que la bise est tombée, quoique le froid ait persisté, la glace a fondu dans le port de Genève. Pour expliquer cette disparition de la glace au moment où l'agitation du lac cesse, il faut faire appel à deux faits :

a) Le mélange de l'eau dans le port de Genève par les remous du courant, qui supprime la stratification thermique; la température de l'eau du port est une moyenne entre celle des eaux de surface et celle des couches sous-jacentes;

b) L'accumulation des eaux de surface par les vents du nord au fond du golfe de Genève, qui fait qu'en temps froid la couche superficielle à 0° peut acquérir une grande épaisseur et représenter toutes les eaux qui s'écoulent dans le Rhône.

Tant que la bise régnait, l'eau mélangée dans le port de Genève était à 0° ou un peu au-dessus; sitôt que le vent a cessé, la température de l'eau a dû s'y relever.

2° Il y a eu congélation pelliculaire, formation de radeaux de glace flottant en plein lac. Elle a d'abord été observée dans le Petit Lac les 29 et 30 janvier, entre Bellerive et Genève. Puis elle a apparu dans le Grand Lac, fait sans précédent connu.

Dans le golfe de Territet, la glace a tenu du 20 février au 1er mars; elle a apparu temporairement dans les golfes de Clarens, Chillon, Vevey; le 24 février elle a été vue entre Thonon et Yvoire; le 1er mars au matin devant Lutry. Dans tous ces cas, la glace était fort mince, quelques millimètres, deux à trois centimètres au plus. Sauf dans le golfe de Territet, où elle persistait durant la journée, la glace fondait sous les premiers rayons du soleil.

La masse centrale du Grand Lac n'est cependant pas descendue entièrement à 4°. C'est ce qui résulte des sondages thermométriques suivants, exécutés par M. Delebecque (A. D) et moi-même (F.-A. F.). J'y joins un sondage de M. Delebecque du 6 mars :

Profondeur.	ÉVIAN 24 janvier. A. D.	OUCHY 21 février. F.-A. F.	BOUVERET 23 février. F.-A. F.	VEVEY 23 février. F.-A. F.	ÉVIAN 6 mars. A. D.
0 mètres.	4°.4	4°.4	4°.1	4°.2	5°.0
10 »	—	4°.2	—	4°.1	4°.4
20 »	—	4°.1	4°.0	—	—
30 »	—	—	—	—	4°.3
40 »	—	—	—	4°.0	—
50 »	4°.4	—	—	—	4°.2
100 »	4°.4	—	—	—	4°.1
120 »	—	—	—	—	4°.05
150 »	—	4°.1	—	—	4°.0
200 »	4°.3	4°.0	—	—	—
250 »	4°.2		—	—	4°.0
275 »	4°.1	—	—	—	—
310 »	4°.0	—	—	—	4°.0

SÉANCE DU 18 MARS 1891.

Présidence de M. GOLLIEZ, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le président annonce que la Société a reçu une invitation à assister à la réunion de la *Geographen Gesellschaft,* de *Vienne,* et une seconde à assister au 5e *congrès international des géologues de Washington.* Tous les renseignements nécessaires seront fournis par M. le président aux membres qui voudraient assister à ces réunions. La Société a reçu en outre une circulaire annonçant que le *60e anniversaire de M. von Helmholtz* serait fêté à Berlin et il invite à y prendre part. Le Comité rédigera une adresse que les membres de la Société signeront et qui sera envoyée au savant précité.

Communications scientifiques.

M. **Henri Dufour** fait un résumé des travaux de ces dernières années sur la composition de la lumière du ciel; il expose en particulier les résultats des recherches de M. Crova.

Le même donne les résultats des travaux de MM. L. Hagström et Falk sur les hauteurs des principaux types de nuages et expose les principes de classification des nuages adoptés au Congrès de météorologie de 1889.

M. **E. Renevier.** Etat de la publication de la carte géologique suisse et quelques mots sur l'origine de la protogine.

SÉANCE DU 1er AVRIL 1891.

Présidence de M. H. SCHARDT, vice-président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Communications scientifiques.

M. **Ch. Dufour.** Trombe du 18 août 1890, en Bretagne.

M. **Louis Gauthier** présente le plan du territoire de La Vallée traversé par la trombe du 19 août 1890, dressé par M. P. Etié, géomètre breveté à Founex, par les ordres du bureau topographique vaudois. Ce plan permet de constater les légères courbes du chemin suivi; la branche latérale du Carroz; la région de la Côte de Pré-Rodet où les fayards sont restés debout, tandis que les feuilles étaient cri-

blées de petits trous à bords roussis ; la brusque déviation en face du Brassus, où la trajectoire passe d'un versant à l'autre de La Vallée; les effets du courant latéral droit sur les façades sud-ouest des habitations situées sur le côté oriental. A partir du point culminant de la montagne que le météore avait gravie obliquement, au col des Croisettes (1384 mètres), la trajectoire cesse d'être continue. Jusqu'à Croy, les dégâts sont espacés comme les points d'une ligne ponctuée, mais à des distances quelconques, comme au début entre le moulin Gruet et le col de Larie.

Le plan contient aussi la région fortement grêlée du vignoble de Grandson et de Neuchâtel.

Ce relevé a été fait sur la carte fédérale au $^1/_{50000}$.

M. **F.-A. Forel** parle de la formule des seiches. Il rappelle qu'en 1876 et 1885 (*Archives* de Genève, LVII, 278, et XIV, 203) il a tiré d'une formule théorique de R. Merian une formule simplifiée $t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$, qui exprime la durée de la demi-oscilliation des seiches uninodales des lacs, en fonction de la longueur et de la profondeur du bassin; que cette formule appliquée aux seiches connues des divers lacs a donné des résultats assez satisfaisants pour que son utilisation soit justifiée. Mais cette formule demandait à être étudiée.

Quelle est la longueur du lac l? Après élimination des autres possibilités, l'on arrive à la notion que pour les seiches la longueur du bassin est l'axe droit ou courbe qui suit le plafond de la vallée immergée.

Quelle est la valeur de h? Dans un bassin rectangulaire à fond plat horizontal, c'est la profondeur de l'eau. Dans un bassin à fond plat, mais incliné, est-ce la moyenne entre les profondeurs extrêmes? Dans un bassin à fond irrégulier, est-ce la profondeur moyenne de l'eau que l'on considère? Est-ce la profondeur moyenne du lac obtenue en divisant le volume de l'eau par la superficie?

Depuis l'établissement des cartes hydrographiques de quelques lacs dont les seiches sont connues, M. Forel a cherché à étudier la question. Il l'a fait pour les seiches des lacs Léman, de Wallenstadt, de Zurich, de Constance. Voici, pour le Léman, les résultats obtenus :

Si la longueur du grand axe est de 73.2 kilom.; si la durée des seiches uninodales est de 73.5 minutes, en appliquant la formule ci-dessus on a $h = 112.4$ mètres.

Mais cette valeur n'est ni la profondeur moyenne du lac suivant le grand axe longitudinal, qui est 167 mètres, ni la profondeur moyenne générale obtenue en divisant le cube du lac, 88,920 millions m³. par sa superficie, 582.36 km². (ces chiffres ont été mesurés par les ordres de M. Delebecque sur la carte hydrographique, au $^1/_{25000}$); la profondeur moyenne ainsi calculée est 152m.7.

Il y a donc lieu de chercher une autre signification à la valeur de h.

La question a été posée à un savant hydraulicien, M. Paul du Boys, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Annecy, qui a trouvé une solution très heureuse et très intéressante de la difficulté.

M. A. DELEBECQUE présente, au nom de M. **M. P. du Boys**, un mémoire sur ce sujet. Vu l'heure avancée, il doit en renvoyer la lecture à une autre séance; mais pour prendre date, il communique la formule de M. du Boys, qui est :

$$t = \int_0^l \frac{ds}{\sqrt{gh}} \quad h = f(s).$$
$$= \int_0^l \frac{ds}{\sqrt{gf(s)}}$$

Dans une prochaine séance, MM. Delebecque et Forel montreront comment cette formule, appliquée aux seiches du Léman, répond à tous les détails obtenus jusqu'à présent par l'observation directe du phénomène.

M. **A. Delebecque** expose les résultats que lui ont donnés quelques sondages thermométriques dans le lac d'Annecy.

Ce lac a été presque entièrement gelé à la fin de février 1891 et M. Delebecque a pu, dans les derniers jours de ce mois, en perçant des trous dans la glace, étudier beaucoup plus facilement qu'en bateau l'entonnoir dit le Boubioz (voir pour la description de cet entonnoir, *Archives*, XXIV, p. 404). Il a fait les constatations suivantes :

a) La température de l'eau au fond de l'entonnoir, à une profondeur de 81 mètres, était de 11.8°, tandis que celle du fond du lac, sur la plaine centrale, à 65 mètres de profondeur, n'était que de 3°.8. L'existence d'une source chaude est donc évidente. Cette source fait obstacle au dépôt de l'alluvion, et celle-ci prend tout autour une inclinaison variable de 20° à 40°. D'où la formation d'un entonnoir, s'évasant vers le haut et dont le fond est rocheux.

b) La température de la source est peut-être notablement supérieure à 11°8; car l'eau qui en sort se mélange très rapidement avec celle du lac, et, quelque près du fond que l'on descende le thermomètre, c'est la température du mélange de ces deux eaux en proportions variables que l'on mesure. Un très faible déplacement du thermomètre faisait varier la température entre les limites 4°.4 et 11°.8.

c) Pour montrer l'influence réchauffante de la source sur l'eau du lac, M. Delebecque donne deux séries de sondages thermométriques, l'un au-dessus de la source, l'autre au-dessus de la plaine centrale.

AU-DESSUS DE LA SOURCE		AU-DESSUS DE LA PLAINE CENTRALE	
Profondeur.	Température.	Profondeur.	Température.
81 mètres (fond)	11°.8	65 mètres (fond)	3°.8
75 »	4°.6	50 »	3°.6
70 »	4°.4	40 »	3°.4
40 »	4°.3	25 »	3°.4
30 »	4°.2	2 »	3°.4
25 »	3°.5		
Au-dessus de 25 m.	3°.4		

Il est à remarquer que la profondeur de 25 mètres à partir de laquelle les deux sondages donnent des nombres égaux, est celle qui correspond à l'ouverture de l'entonnoir.

D'autres mesures prises dans le Boubioz, mais à une certaine distance de la source, ont montré que toute la masse d'eau contenue dans l'entonnoir était réchauffée.

Le réchauffement vers les bords atteignait encore quelques dixièmes de degré.

L'influence de cette source chaude est nulle à la surface. Elle ne fait point obstacle à la formation de la glace sur le lac. Celle-ci avait au-dessus du Boubioz seize à dix-huit centimètres d'épaisseur et pouvait supporter de nombreux patineurs.

M. **A. Delebecque** communique quelques recherches qu'il a faites sur la température des lacs de la Suisse et de la Savoie qui n'ont pas été gelés pendant l'hiver 1890-1891.

Pendant l'hiver 1879-1880, tous les lacs de Suisse et de Savoie ont été gelés, à l'exception des lacs de Wallenstadt, des Quatre-Cantons, de Thoune, de Brienz, Léman et du Bourget (voir Forel, *Echo des Alpes*, nos 2 et 3, 1880).

Il ne s'agit ici, bien entendu, que de la congélation au milieu du bassin, au-dessus de la plaine qui forme le plafond du lac, et non pas de la congélation dans les parties peu profondes, qui peut se produire beaucoup plus facilement.

Pendant l'hiver 1890-91, le lac de Thoune et le lac des Quatre-Cantons (bassin de Gersau) ont été pris légèrement. Mais tous les autres lacs mentionnés ci-dessus ont été réfractaires à la congélation, d'après les renseignements les plus dignes de foi, recueillis sur les lieux mêmes.

Ce phénomène s'explique très facilement pour le Léman; car, au milieu du lac, entre Evian et Ouchy, la température superficielle ne paraît pas être tombée au-dessous de 4°.4, et, de plus, des sondages thermométriques exécutés par M. le professeur Forel et par M. Delebecque, ont montré que, sur une épaisseur considérable (100 mètres au moins), la température est restée au-dessus de 4°. Or, l'on sait que, pour qu'un lac puisse geler, il faut que toute sa masse, ou, ce qui revient au même, que sa surface ait atteint 4°; car, la surface étant à 4°, température correspondant au maximum de densité, les couches profondes ne peuvent être plus chaudes. Et, inversement, dès que cette température de 4° est atteinte, le lac peut geler, ou tout au moins se recouvrir d'une mince pellicule de glace.

Mais pour les lacs de Wallenstadt, de Brienz et du Bourget, l'absence de congélation est plus difficile à expliquer.

Une série de mesures faites le 4 mars dans le lac du Bourget, par M. Garcin, conducteur-adjoint des ponts et chaussées, a montré que la température superficielle ne dépassait nulle part 3°.6. Le 9 mars, la température superficielle du lac de Wallenstadt, mesurée par M. Delebecque, entre Mühlehorn et Quinten, était de 4°, et celle du lac de Brienz, mesurée le 11 mars, entre Iseltwald et Oberried, était de 4°. Encore faut-il remarquer que, sur ces deux derniers lacs, le fœhn, qui soufflait depuis plusieurs jours, avait certainement réchauffé les couches supérieures.

Donc l'immunité de ces trois lacs ne saurait être expliquée, comme on avait cru pouvoir le faire, soit par l'escarpement des talus, soit par la grande profondeur (lac de Brienz 260 mètres), soit par la douceur relative du climat (lac du Bourget). Ces lacs étaient

en apparence dans des conditions excellentes pour geler. Au dire des riverains, les nuits froides et calmes, permettant un rayonnement puissant, ne faisaient point défaut.

D'ailleurs, l'eau de ces lacs a une composition peu différente de celle des autres qui ont gelé, et la température de congélation doit être bien voisine de 0°.

La solution du problême est donc encore à trouver.

SÉANCE DU 15 AVRIL 1891.

Présidence de M. H. GOLLIEZ, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le président annonce la candidature de M. *E. Chenevière*, ingénieur, présenté par MM. A. Chenevière et L. Mayor, et celle de M. *Criblet*, ingénieur, à Grandson, présenté par MM. Vautier et Ch. Dufour.

M. RENEVIER demande quelques détails sur l'organisation de la troisième journée des fêtes universitaires, pendant laquelle aura lieu notre assemblée générale d'été.

M. *le président* expose que le Comité pense ordonner cette journée comme suit, si la majorité des membres ne formule pas d'objections :

8 ½	à 9	heures.	Collation.
9	à 12 ½	»	Séance.
1	à 3	»	Dîner.
3	à 6	»	Promenade à Sauvabelin et participation à la fête des étudiants.

Les membres de la Société ont été consultés par circulaire, et si les propositions du Comité sont admises, celui-ci poursuivra l'organisation projetée et la séance du 17 juin deviendra une séance ordinaire du soir.

Communications scientifiques.

M. **Louis Gauthier.** Résumé des observations pluviométriques de la vallée de Joux pour 1890. *(Voir aux mémoires.)*

A ce propos, M. HENRI DUFOUR propose qu'un mot d'encouragement et de remerciement soit adressé aux nombreux observateurs, dont le travail aussi consciencieux que désintéressé profite à la Société.

Le Comité est chargé de la chose.

M. **Paul Mayor.** Du mouvement dans le système solaire. *(Voir aux mémoires.)*

PROCÈS-VERBAUX

SÉANCE DU 6 MAI 1891.

Présidence de M. Golliez, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

MM. *E. Chenevière* et *Gust. Criblet* sont proclamés membres de la Société.

La candidature de M. le Dr *H. Kunz* est appuyée par MM. Brunner et Chuard, professeurs.

Le Comité a demandé au Département de l'agriculture et du commerce l'autorisation de publier dans le Bulletin la carte du cyclone de La Vallée, dressée par M. Etier. Cette demande a été accordée à la condition principale que la feuille imprimée portera la mention que la carte a été dressée par les soins du Département de l'agriculture du canton de Vaud.

Le bureau topographique du canton de Vaud nous adresse une circulaire concernant l'exposition géographique qui aura lieu à Berne, du 1er au 15 août prochain, à l'occasion du congrès géographique international, tenu dans cette ville du 10 au 15 du même mois. Il y aura, entre autres, une exposition historique de la cartographie suisse. Dans ce but, le bureau nous demande de concourir à l'élaboration d'une statistique des cartes, plans cadastraux, panoramas, reliefs, catalogues de cartes et photographies et indique les directions à suivre.

M. le président donne connaissance de la liste des savants étrangers qui prendront part aux fêtes universitaires.

Communications scientifiques.

M. **du Boys**, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Annecy, a bien voulu venir exposer devant la Société, le calcul d'une formule des seiches, qui complète celle de M. F.-A. Forel. (Voir séance du 1er avril.)

M. le président et M. Forel remercient vivement M. du Boys.

M. **Guillemin**, ingénieur, parle de la transmission de l'énergie.

M. **Schardt** fait une nouvelle communication sur le lœss.

M. **Paul Mayor** lit la suite de son travail.

SÉANCE DU 20 MAI 1891 (AUDITOIRE DE PHYSIQUE)

Présidence de M. H. Golliez, président.

M. le président ouvre la séance par un charmant discours souhaitant la bienvenue à nos membres honoraires et aux délégués des universités étrangères à l'inauguration de l'Université de Lausanne.

Après avoir rappelé les origines de notre Société, et son influence sur le développement des études scientifiques à Lausanne, M. Golliez rend hommage à notre bienfaiteur, M. G. de Rumine, et prie l'assemblée de se lever pour honorer sa mémoire.

De nombreuses adresses de membres honoraires, regrettant de ne pouvoir assister à la séance, sont parvenues au Comité.

Communications scientifiques.

M. **Carlo Emery**, professeur à l'université de Bologne. Etude sur l'origine des fourmis d'Europe. *(Voir aux mémoires)*

M. **Paul Girod**, professeur à la faculté des sciences de Clermont-Ferrand. Ossements humains trouvés dans une carrière de pouzzolane, près du volcan de Gravenoire. *(Voir aux mémoires).*

M. **R. Dubois**, professeur à la faculté des sciences de Lyon. Recherches sur les microbes phosphorescents. *(Voir aux mémoires).*

M. **G. Planchon**, directeur de l'Ecole de pharmacie de Paris. Sur la distribution géographique des médicaments.

M. **Hagenbach-Bischoff**, professeur à l'Université de Bâle. Recherches nouvelles sur les expériences de Herz. *(Voir aux mémoires.)*

M. **Piccard**, professeur à l'université de Bâle, fait don à la Société d'une très bonne photographie de Mlle Masson, botaniste amateur des plus instruits, décédée récemment, et de M. le professeur Favrat, puis il fait une communication sur: Une cause d'erreur possible dans la détermination de la densité des vapeurs, d'après la méthode de V. Meyer. *(Voir aux mémoires.)*

M. **Piccard** présente ensuite une photographie de vibrations longitudinales dans une chute d'eau.

M. **H. Brunner**, professeur. Etudes stéréochimiques. *(Voir au Bulletin universitaire).*

SÉANCE DU 3 JUIN 1891.

Présidence de M. GOLLIEZ, président.

Les procès-verbaux des séances du 6 mai et du 20 mai sont lus et adoptés.

Ensuite d'une demande de M. F.-A. FOREL, M. *Golliez* annonce que le secrétaire a fait des démarches pour que les communications présentées à la séance du 20 mai paraissent *in extenso* dans notre Bulletin. Plusieurs réponses affirmatives lui sont déjà parvenues.

M. le Dr *Hermann Kunz, privat docent* à l'Université, est proclamé membre de la Société.

M. le professeur *Aurel de Török*, directeur du musée anthropologique de Buda-Pesth, et délégué du gouvernement hongrois aux fêtes universitaires, empêché d'assister à la séance du 20 mai, fait don à notre bibliothèque d'importants ouvrages.

M. le professeur BUGNION en fait la remise au bibliothécaire.

M. le président prie M. Bugnion d'exprimer à M. de Török la reconnaissance de notre Société.

La Société française d'archéologie nous invite à participer au congrès qu'elle organise, du 16 au 26 juillet, qui aura lieu dans les départements du Jura et du Doubs. Ce congrès se terminera par une excursion en Suisse et en particulier à Avenches.

Communications scientifiques.

M. **H. Brunner**, professeur. Etudes stéréochimiques. *(Voir au Bulletin universitaire.)*

M. **H. Blanc**, professeur. Etude sur le développement de l'œuf de la truite. *(Voir aux mémoires.)*

M. **Jean Dufour** présente un pied de *symphytum asperifolium*, dans lequel la fasciation atteint un développement extraordinaire. Cette plante herbacée, qui a normalement les dimensions d'une bourrache, atteint dans l'exemplaire apporté par M. Dufour environ 3 décimètres de largeur sur 5 de hauteur. Selon M. Dufour, la fasciation serait produite par une prolifération exceptionnelle des bourgeons germinatifs. Ajoutons que l'exemplaire en question a été cueilli par M. Léderrey, dans sa propriété du Tronchet, où il cultive cet excellent fourrage, originaire du Caucase.

M. **E. Chuard**, professeur, a constaté la présence abondante de nitrates dans la substance constituant la couche inférieure des tourbières, et appelée terre ou terreau de tourbe. Prise en place, la terre de tourbe ne renferme pas d'azote nitrique. Mais dès qu'elle a perdu une partie de son humidité, une nitrification abondante se

détermine. On a dosé jusqu'à un pour mille d'azote nitrique dans un échantillon sorti depuis un an de la tourbière et conservé à l'abri du lessivage par la pluie.

La nitrification peut donc aussi se produire dans un milieu acide, tel que la terre de tourbe, et très riche en substance organique, conditions que l'on considérait jusqu'ici comme défavorables à ce phénomène. Des recherches sont en cours pour l'étude du ferment qui le provoque dans ce cas particulier, et qui paraît jouir de propriétés différentes de celles de la nitromonade étudiée récemment par M. Wynogradski.

M. **F.-A. Forel** présente :

1° Un cahier d'observations météorologiques avec notes intéressantes sur des phénomènes climatologiques et naturels, faits d'agriculture et de commerce, tenu à Morges par feu M. Jean Reymond, tanneur, de 1835 à 1852.

2° Des notes tirées d'un livre de famille des Blanchenay, de Morges, renfermant de nombreuses observations sur le climat, la température, les récoltes et les phénomènes naturels, de 1693 à 1772.

(Ces deux recueils sont prêtés par M. Forel à MM. Gauthier et Bührer, qui travaillent actuellement à la climatologie du canton de Vaud.)

3° La carte des sondages du lac Léman, en une feuille, à l'échelle de $^1/_{50\,000}$, publiée par le bureau topographique fédéral en réduction photo-lithographique de la carte originale à l'échelle du $^1/_{25\,000}$. M. Forel développe les faits les plus intéressants que l'on peut tirer de l'étude de cette belle carte.

M. le professeur **Henri Blanc** communique les résultats de ses premières recherches sur la maturation et la fécondation de l'œuf de la truite. *(Voir aux mémoires.)*

SÉANCE DU 17 JUIN 1891.

Présidence de M. H. Golliez, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le président lit deux lettres parvenues au Comité : l'une de l'Académie tchèque de Prague, pour remercier de l'envoi d'un télégramme lors de sa fondation; l'autre de M. *Agassiz*, notre membre honoraire, empêché d'assister à la séance du 20 mai.

M. Henri Dufour annonce que M. *Ratzel*, doyen de la faculté de philosophie de Leipsig, a écrit à la faculté des sciences de Lausanne pour lui proposer l'échange de leurs publications. M. Ratzel s'engage, en outre, à obtenir de la Société royale de Dresde qu'elle veuille bien envoyer ses mémoires. M. Dufour croit que notre Société serait mieux à même de répondre à cette dernière offre que la faculté des

sciences, aussi demande-t-il que le comité entre en relations avec M. Ratzel, ce qui est adopté.

M. le président fait part de la triste nouvelle de la mort de M. *Gustave Maillard*, docteur en philosophie, conservateur du musée d'Annecy. M. Maillard a laissé le souvenir d'un travailleur et d'un savant et la Société vaudoise s'honore de l'avoir eu comme éditeur de son Bulletin. M. le président écrira à la famille de M. Maillard une lettre de condoléance.

Communications scientifiques.

M. **L.-C. Decoppet.** De la dilatation de l'eau. (Travail présenté par M. Henri Dufour.) *(Voir aux mémoires.)*

M. **Hermann Kunz**, *privat docent* à l'Université, rend compte du travail de M. Gasswind, chimiste distingué, attribuant à l'eau la formule H (HO) et non plus $\begin{matrix} H \diagdown \\ H \diagup \end{matrix} O$ comme on l'admettait jusqu'alors. Cette nouvelle hypothèse expliquerait la formule de plusieurs combinaisons organiques.

M. **H. Schardt** présente à l'assemblée une nouvelle carte géologique des Alpes, au un millionième, de M. Max-V. Noé, de Vienne, et en fait ressortir les qualités et les défauts.

SÉANCE DU 1er JUILLET 1891.

Présidence de M. H. Golliez, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté, après une rectification.

M. le président déplore la perte d'un de nos membres effectifs les plus distingués, M. *Jean Meyer*, ingénieur en chef du Jura-Simplon; M. Golliez écrira une lettre de condoléance à la famille de M. Meyer.

Une lettre de la Murithienne nous invite à participer à sa course annuelle, qui aura lieu dans le val de Bagnes, dans le courant du mois de juillet.

MM. *Henri Dufour* et *Schardt* sont désignés comme représentants de notre Société à la session de la Société helvétique, à Fribourg.

M. le président rend compte du résultat financier de la séance du 20 mai dernier, d'après lequel la somme à demander à la caisse est de 185 fr.

M. Golliez demande en outre l'autorisation de publier un compte-rendu de cette séance sous forme d'un bulletin qui serait envoyé à titre gracieux aux délégués des universités étrangères présents à notre séance, ce qui est approuvé.

Communications scientifiques.

M. **F.-A. Forel** a étudié pendant l'année 1889 la température de la rivière la Morge, affluent du Léman, de 11 kilom. de longueur, 40 kilom. de superficie du bassin de réception et 2 % de pente moyenne. Il y a eu 220 jours d'observations pendant lesquels il a comparé la chaleur de la rivière avec celle de l'eau mesurée à la surface, dans la région littorale. Pendant 2 mois seulement, avril et mai, la chaleur de la rivière a été supérieure à celle du lac, en moyenne de 1°.7 ; pendant les 10 autres mois la surface du lac était plus chaude et cela de valeurs qui se sont élevées pour la moyenne mensuelle jusqu'à 5°.1 en janvier. Sur les 220 jours d'observations, il y en a eu 92 pendant lesquels, par le fait de la température, les eaux de l'affluent étaient plus légères que celles du lac; mais si l'on fait intervenir la charge d'alluvion en suspension qui suivant les circonstances peut alourdir considérablement les eaux de la rivière, ce nombre sera notablement diminué.

M. **Charles Paris.** Quelques raretés botaniques. *(Voir aux mémoires.)*

M. **Henri Dufour.** Expériences nouvelles de physique.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

Discours et leçons prononcés à l'ouverture des cours du 1er semestre de l'Université de Lausanne. Octobre 1890. In-4°, avec phototypies, relié 10 fr., broché . . . . . 8 fr.

Inauguration de l'Université de Lausanne, discours prononcés à cette occasion. Brochure in-8° . . . . . 1 fr.

Autour du Léman, nouvelles par M. et Mme Georges Renard, professeur à l'Université. In-12°. Illustrations de H. Golliez . . . 3 fr. 50

Le Canton de Vaud, tableau de ses aspects, de son histoire, de son administration et de ses mœurs, par L. Vulliemin. Troisième édition avec trois dessins d'Eug. Burnand. . . . . 5 fr.

Histoire de l'instruction publique dans le canton de Vaud, par André Gindroz. 1 vol. in-8° . . . . . 7 fr.

Dictionnaire des Genevois et des Vaudois qui se sont distingués dans leur pays ou à l'étranger par leurs talents, leurs actions, leurs œuvres littéraires ou artistiques, etc., pr A. de Montet. 2 v. in-8°. 14 fr.

La Suisse sous le pacte de 1815, par B. van Muyden, président de la Société d'histoire de la Suisse romande.

Premier volume : 1813 à 1830. Vol. in-8° . . . . . 8 fr.

Second volume : 1830 à 1838. Vol. in-8° . . . . . 8 fr.

Chaque volume se vend séparément.

Lausanne dès les temps anciens, par R. Blanchet. In-8° avec 4 planches . . . . . 4 fr.

Armorial Vaudois, par A. de Mandrot. Seconde édition, embrassant l'ancien Pays de Vaud et le Chablais en partie. In-4°, relié . . 35 fr.

Le Vieux-Lausanne, par C. Vuillermet. Deux livraisons contenant chacune 40 planches. In-folio lith. Chaque livr. se vend sépar. 15 fr.

Alexandre Vinet, moraliste et apologiste chrétien, par J. Cramer, traduit par Th. Secretan . . . . . 3 fr.

Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman, par le Dr F.-A. Forel, professeur à l'Université. Les six séries. In-8° . . . . . 10 fr. 25

Eléments d'économie politique pure, par L. Walras, professeur à l'Université. Deuxième édition. In-8° . . . . . 10 fr.

La règle de droit. Analyse générale, souveraineté des Etats, assiette de l'impôt, par L. Roguin, professeur à l'Université. In-8° . . 7 fr. 50

Conflits des lois suisses en matière internationale et intercantonale, par E. Roguin, professeur à l'Université. In-8°. . . . . 12 fr.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

Guide pour l'analyse chimique qualitative des substances minérales, des acides organiques et des alcoloïdes les plus importants, par H. Brunner, professeur à l'Université. In-4°, relié . . . . . 5 fr.

La femme et le droit, étude historique sur la condition des femmes, par L. Bridel, professeur. In-8° . . . . . 2 fr.

La civilisation et la croyance, par Charles Secrétan, professeur à l'Université. Deuxième édition. In-12 . . . . . 3 fr. 50

Du magnétisme et de la construction des machines dynamo-électriques, par R. Chavannes. Deuxième édition, in-8°, avec 2 planches . . . . . 2 fr.

Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura (chaîne du Reculet-Vuache), par H. Schardt, professeur à l'Université. In-8° avec une carte géologique, 3 planches de profil et un tableau stratigraphique . . . . . 2 fr. 50

OUVRAGES D'EUGÈNE RAMBERT :

Alpes suisses : Récits et croquis . . . . . 3 fr. 50

Alpes suisses : Ascensions et flâneries. Alpes vaudoises et Dent du Midi . . . . . 3 fr. 50

Alpes suisses : Ascensions et flâneries. Suisse Centrale . 3 fr. 50

Alpes suisses : Etudes d'histoire naturelle . . . . . 3 fr. 50

Alpes suisses : Etudes historiques et nationales. . . . 3 fr. 50

Alpes suisses : Etudes de littérature alpestre et **La Marmotte au Collier** . . . . . 3 fr. 50

Ecrivains de la Suisse romande. Etudes littéraires . . . 3 fr. 50

Etudes littéraires. Contenu : Etudes sur Calvin. — Pensées de Pascal. — Sainte-Beuve et Port-Royal. — Béranger et M. Renan. — Le scepticisme et la critique littéraire. — Artistes, juges et parties . 3 fr. 50

Etudes littéraires. Contenu : Lamartine. — La femme poète, à propos de Mme Desbordes-Valmore. — Paul et Virginie. — Un poète belge, Van Hasselt. — André Chénier. — Leconte de Lisle. — Victor Hugo. 3 fr. 50

Mélanges. Contenu : Discours. — Les derniers ouvrages de M. Michelet. — A propos d'un livre qui n'existe pas. — Martin Usteri. — Un poète neuchâtelois. — Un conteur vaudois. — Charles Gleyre. — Souvenirs d'un voyage en Hollande . . . . . 3 fr. 50

Poésies. Deuxième édition, 1 volume . . . . . 5 fr.

Dernières poésies. Les Gruyériennes. Poésies diverses. 1 vol. . 5 fr.

Lausanne. — Imp. Corbaz & Comp.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01307 4158